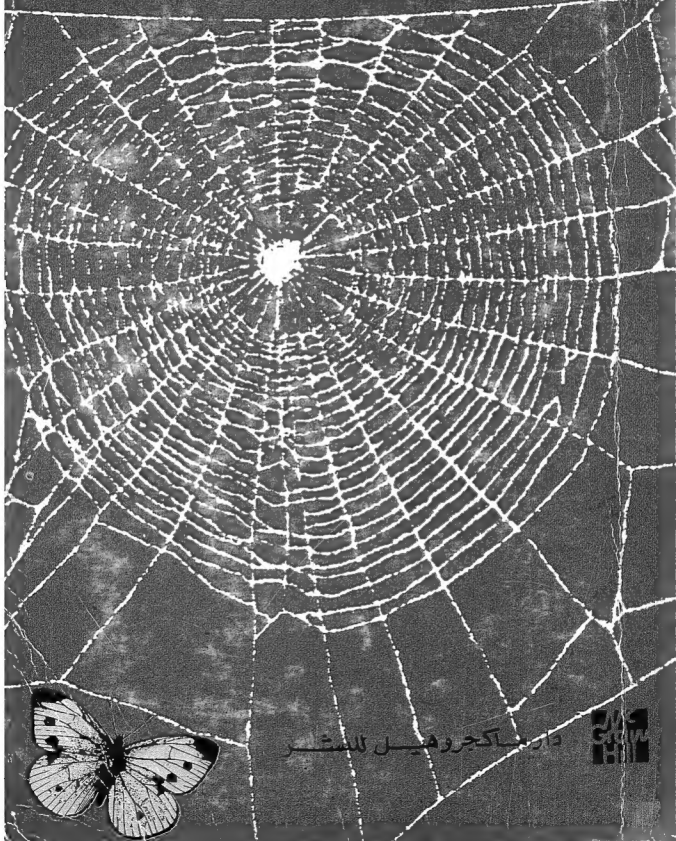


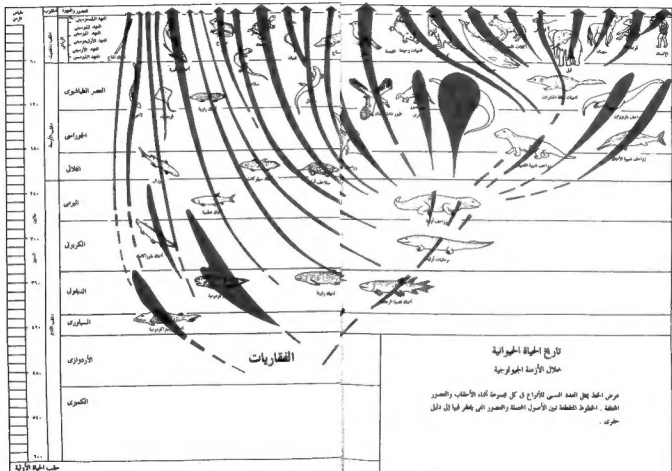
اساسيات علم الحيوان

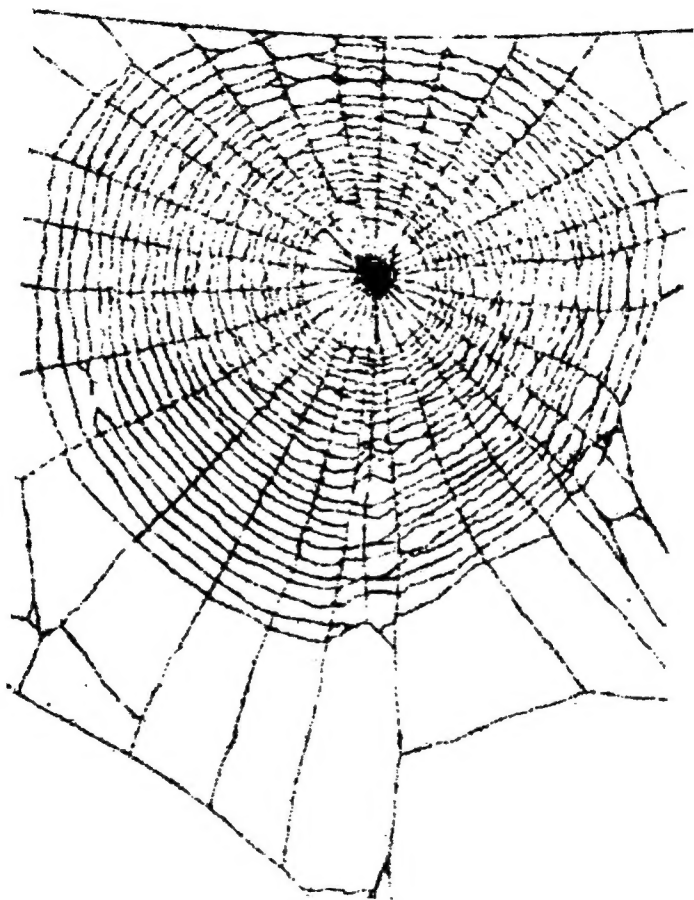
تراسى ستورر روبرت ل. يوسنجر جيمس و. بياكين روبرت س. ستينسلى



دار الجروهيل للنشر

اساسيات علم الحيوان





أساسيات علم الحيوان

الطبعة الرابعة

تأليف

روبرت ل . يوسنجر
أستاذ علم الحيوان
جامعة كاليفورنيا - بيركلي

قراصى . سحرور
أستاذ علم الحيوان
جامعة كاليفورنيا - دافيس

روبرت س . ستينس
أستاذ علم الحيوان
جامعة كاليفورنيا - بيركلي

جيمس و . نياكين
أستاذ العلوم البيولوجية
جامعة ولاية كاليفورنيا - هيوارد

ترجمة ومراجعة

أ . د. ريمى بولس جرجس
أستاذ البيئية وسلوك الحيوان
بكلية العلوم - جامعة القاهرة

أ . د. محمد عبد الواحد سليمان
أستاذ التشريح المقارن
بكلية العلوم - جامعة القاهرة

أ . د. يحيى السعيد العاصى
أستاذ التشريح المقارن
كلية العلوم - جامعة القاهرة

دار ماكجروهيل للنشر



نيويورك - سانت لويس - سان فرانسيسكو - أوكلاهوما - بوجوتا - دوسلدورف - جوهانسبرج - لندن - مدريد - مكسيكو - مونتريال - نيودلهي - ساو باولو - ستغافورة - سيدنى - طوكيو - تورنتو - القاهرة

أساسيات علم الحيوان

ELEMENTS OF ZOOLOGY.

حقوق التأليف © ١٩٧٧ ، ١٩٦٨ ، ١٩٦١ ، ١٩٥٥ دار
ماكجروهيل للنشر إنلك جميع الحقوق محفوظة .

الطبعة العربية ١٩٨٣ تصدر بالتعاون مع المركز الدولي للترجمة
والنشر ICT بالقاهرة والاسكندرية .

لا يجوز نشر أى جزء من هذا الكتاب أو إختزان مادته بطريقة
الاسترجاع أو نقله على أى وجه أو بأى طريقة سواء كانت الكترونية أو
ميكانيكية أو بالتصوير أو بالتسجيل أو خلاف ذلك إلا بموافقة الناشر
على هذا كتابة ومقدماتاً .

ISBN 0.07-061757-0

محريات الكتاب

٩	تقديم
	الجزء الأول : بيولوجية الحيوان
١٥	الفصل الأول : المقدمة
٣٣	الفصل الثاني : مواد جسم الحيوان
٨٧	الفصل الثالث : غطاء الجسم ، الهيكل ، وعضلات الجسم
١٠٧	الفصل الرابع : الأجهزة الهضمية والأبيض
١٢٩	الفصل الخامس : الأجهزة الدورية
١٤٥	الفصل السادس : الأجهزة التنفسية
١٥٧	الفصل السابع : الأجهزة الإخراجية والتنظيم
١٧٣	الفصل الثامن : الغدد أو الأجهزة الصماء
١٨٧	الفصل التاسع : الأجهزة العصبية ، أعضاء الحس ، وسلوك الحيوان
٢١٣	الفصل العاشر : التكاثر والتكوين
٢٣٩	الفصل الحادى عشر : توارث الصفات وعلم الوراثة
٢٧٣	الفصل الثانى عشر : علم البيئة والتوزيع الحيوانى
٣١٧	الفصل الثالث عشر : التطور العضوى
	الجزء الثانى : عالم الحيوان
٣٥٥	الفصل الرابع عشر : تصنيف الحيوانات
٣٨٩	الفصل الخامس عشر : الأوليات
٤١٣	الفصل السادس عشر : الاسفنجيات واللاسعات
٤٣٧	الفصل السابع عشر : الديدان المفلطة والديدان المستديرة
٤٥٩	الفصل الثامن عشر : الجلد شوكيات ومجموعات متنوعة
٤٨٥	الفصل التاسع عشر : الرخويات
٥٠٣	الفصل العشرون : الديدان العقلة
٥١٩	الفصل الحادى والعشرون : الحيوانات مفصلية القدم

٥٤٧	الفصل الثاني والعشرون : الحشرات
٥٨١	الفصل الثالث والعشرون : مقدمة للحيليات
٥٩٥	الفصل الرابع والعشرون : الأسماك
٦٢٣	الفصل الخامس والعشرون : البرمائيات والزواحف
٦٦١	الفصل السادس والعشرون : الطيور
٦٧٩	الفصل السابع والعشرون : الثدييات
٧٠١	الفصل الثامن والعشرون : الإنسان
٧٢١	الفصل التاسع والعشرون : الإنسان والبيئة
٧٣١	كشف تحليل

تقديم

قصد بهذا الكتاب أن يكون نصا لمقرر تمهيدى فى المعاهد والجامعات ، وعلى الأخص فى الحالات التى يدرس فيها الطالب علم الحيوان فى فصل دراسى واحد . وقد وضع الكتاب فى نمط خاص ، ولكنه يتبع فى مضمونه كتاب الحيوان العالم الكبير لنفس المؤلفين (ماكجروهيل) . ينقسم كلا الكتائين إلى جزئين رئيسيين : يغطى الجزء الأول مبادئ بيولوجية الحيوان ، والجزء الثانى يتضمن دراسة للمجاميع الرئيسة للأوليات والحيوانات .

تتضمن مناقشة كل نوع من الكائنات شرح للتركيب والعمليات الجسمية ، مع ملخص لعاداته وتكاثره . وقد أخذت فى الاعتبار علاقة الحيوانات مع بيئتها الطبيعية وأهميتها للإنسان . وعند نهاية كل فصل قدمت أسئلة للمراجعة حتى يتمكن الطلاب من اختبار مدى إداركهم وفهمهم لمادة الموضوع . ونظر لضيق المساحة ، فإن قوائم المراجع الموجودة فى الكتاب الكبير قد ألغيت .

وقد ميزت الكلمات الفنية والعلمية فى النص بإستخدام طرق مختلفة فى الكتابة : فالكلمات التشرىحية وألفاظ أخرى خاصة كتبت بالبنط الداكن مثل ، فقرة ، جاميت ؛ الأسماء العلمية للأجناس والأنواع كتبت بحروف مائلة مثل رانايبييس ، موسى ؛ وأسماء الفصائل والمجاميع التصنيفية العليا كتبت بحروف كبيرة مثل الكيوليبيدى ، الأوليات أسماء الحيوانات أو المجاميع الحفرية يسبقها علامة + .

تتضمن الطبعة الرابعة من كتاب أساسيات علم الحيوان كثير من التغييرات ، قد تكون أكثر رسوخا من تلك التى كان يحتوينا الكتاب من قبل . ولغولاء الذين كانوا يستخدمون الكتاب لمدة طويلة ، فإن التغيير الواضح سيكون فى عدم وجود الفصل التقليدى عن الضفدع (الفصل الثانى فى الطبقات السابقة) . وأدخلت المظاهر الهامة لهذا الفصل فى فصل ٢٥ الخاص بالزواحف والبرمائيات . وقد إتخذ هذا القرار الصعب بعد مناقشات منطقية مع كثير من المراجعين والمستخدمين للكتاب ، وكانت جميعها ضد وجود هذا الفصل فى الطبقات السابقة . وإننا نأمل أن يكون قرار تأجيل دراسة

الضفدع إلى مكان متأخر من الكتاب وفي سياق الكلام عن اليرماتيات الأخرى ، قد رفع درجة الإستفادة من الكتاب ، كما أفاد في حسن تسلسل مناقشة المبادئ الأساسية .

والتغير الأساسى الثانى هو إضافة فصل آخر يختص بالإنسان وعلاقته بباقي العالم الحى . هناك مشاكل أزلية تواجه بقاء وإستمرار الإنسان وتنظيماته الإجتماعية ، ومعظم هذه المشاكل أساسها بيولوجى . ولقد شعر المؤلفون أنه كان لزاما عليهم أن يقدموا فصلاً مختصراً يمكن أن يعطى على الأقل خلاصة هذه المشاكل ، ويقدم منظورا لعلاقتها بمبادئ علم البيولوجى . وإن لم نكن قد فعلنا ذلك نكون مقصرين في واجباتنا كبيولوجيين .

تتضمن الأجزاء الجديدة التى أضيفت إلى هذه الطبعة الرابعة مناقشة لعوامل الكائنات ، وتطور الحيوانات عديدة الخلايا المتنوعة ، وكيمياء إنقباض العضلات وعضيات الخلية المرتبطة به ، وأهمية الجرف القارى في تطور الفونات ، ودور DNA في التوارث ، وفيرمونات الحشرات ، والوراثة الطبية في الإنسان . وقد أضيفت أسئلة جديدة كثيرة إلى أسئلة المراجعة في نهاية كل فصل .

الأجزاء الخاصة بفسىولوجية الخلية وكيميائها الحياتية ، قد أعيد كتابتها وروجعت بعناية . كما أدخل التقدم الحديث في فهم وظائف الأجهزة العضوية المختلفة في فصول الكتاب المناسبة . وقد روجعت فصول الجزء الثانى من الكتاب لتعكس نتائج الأبحاث الحديثة والجديد في التصنيف .

وقد استخدمت التسمية العلمية الحديثة في هذه الطبعة الرابعة . ومن أوضح التغيرات في هذا المجال هو اختيار الاسم العلمى « اللاسعات » ليحل محل الاسم القديم وهو الجوفمعويات . وهذا الاختيار تم لمجاراة معظم الكتب الكبيرة في اللاقاريات ، والتى تستخدم الآن هذا الاسم العلمى .

الصور الإيضاحية التى كانت تظهر على رأس كل فصل في الطبعة الثالثة قد أزيلت أو أدخلت في المكان المناسب بالنص نفسه . وأضيفت صور فوتوغرافية جديدة لتوضيح تنوع حياة الحيوان ولتفسر المناقشات الموجودة في النص .

وهذه الملحقات يمكن الاستفادة منها : كتاب عملى معمل فى علم الحيوان يتبع خطى كتابى أساسيات علم الحيوان وعلم الحيوان العالم الكبير . وقد كتب كتيب تعليمى خصيصا لكتاب أساسيات علم الحيوان . ويحتوى الكتيب التعليمى على

الارشادات العملية الموجودة في كتاب المعلم الصادر في ١٩٦٥ ، بالإضافة إلى أسئلة اختيار عديدة ، وبعض المساعدات لتحصيل الجزء النظري من المقرر . وفي النهاية توجد ١٠ أفلام ٣٥ مم قلم بتحضيرها العالم الراحل تراسى أ. ستودر ، ويمكن الحصول عليها من قسم الأفلام في ماكجروهيل وعنوانها : الأوليات ، الاسفنجيات والجوفمعويات ، الديدان المفلطة ، الديدان المستديرة ، الجلد ثوكيات ، الرخويات ، الديدان المحقة ، طائفة القشريات ، طائفة الحشرات ، والحبليات .

نود أن نشكر الأشخاص التاليين ، لقيامهم بمراجعة المخطوط أثناء مراحل إعدادة المختلفة : تروى بست ، جون بوجاز ، لانيير بيرد ، جون كوجنز ، جيمس دوني ، إيوجين إيستس ، وليام هاند ، ترافس كانكي ، رونالد كلجن ، جيمس لين ، جوردون ليفرسى ، دانييل سيمونز ، روبرت ستورر وجيمس أندرهيل .

جيمس و. نياكن

روبرت ك. ستينز

الجزء الأول
يولوجيا الحيوان

لفصل الاول

المقدمة

١ - ١ العالم الفيزيقي

تتكون الأرض من صخور غير حية (جامدة) ، وفلزات ، وتربة وماء . وخلال ملايين السنين دفعت قشرتها إلى أعلى وثنيت بواسطة البراكين وقوى أخرى ، وتأكلت بواسطة العوامل الجوية والبحر . ونتج على السطح من هذه العوامل الطبيعية المصادرة ظهور الجبال ، والوديان ، والسفوح ، والقارات ، والجزر ، والبحار ، والأنهار والبحيرات . والمسافة بين أعلى قمة في الجبال وأعماق منطقة في أكبر المحيطات تمثل ٠,٣ ٪ من نصف قطر الأرض . وتختلف التربة والصخور والظواهر الأخرى في التركيب ، والبنية ، والمميزات الأخرى طبقاً للمعادن المكونة لها وأيضاً لتاريخها الجيولوجي . يغطي الماء نحو ٧٢ ٪ من سطح الأرض . يحتوي الماء العذب في البحيرات والمحاري على كميات قليلة من الكيمائيات المذابة ، بينما تحتوي المياه الداخلية سواء كانت نصف مالحة أو قلبية على محتوى معدني أكبر . وتصل نسبة الأملاح المذابة في مياه البحار ، الأنهار والمخلفات المتصلة بها إلى ٣,٥ ٪ وأغلبها من كلوريد الصوديوم (ص كل) .

يتسبب الدوران اليومي للأرض على محورها في تعاقب النهار والليل ، ودائرة الأرض الطولية في مدارها الأهلجي المائل حول الشمس هي المسئولة عن تغير الفصول . وبالتعبئة فإن الإشعاع الشمسي المؤثر يختلف من مكان لآخر . وهذا يفسر التغيرات المحلية في درجة حرارة التربة ، والماء ، والهواء ، ويفسر أيضاً التغيرات في توزيع الماء كمطر ، أو ثلج ، أو جليد ، أو بخار ماء ، كما يفسر التغيرات في التحركات المحلية للمحيطات للمحيطات الجوية مثل الرياح . تكون هذه التأثيرات مجتمعة ما يسمى بالمناخ . تتعرض المناطق المختلفة من سطح الأرض إلى مناخ متنوع ، حار أو بارد ، رطب أو جاف ، عاصف أو ساكن . وتكون نتيجة كل هذه التغيرات في شكل السطح (الطبوغرافية) ، والعلاقات المائية والمناخ ، هي وجود بيئات فيزيقية متنوعة جداً .

البيولوجيا

١ - ٢ عالم الحياة

تقطن الأرض أشياء حية تسمى كائنات . وهذه تعيش على أو في منطقة سطحية من الأرض ، في الماء العذب ، وفي الماء المالح . ووجود حياة على الكواكب الأخرى أو في أى مكان آخر من الكون ما زال مجهولا . تبقى الكائنات الحية على الأرض ، فقط تحت ظروف فيزيقية معينة منها وجود (١) مواد كيميائية معينة تتكون منها أجسام الحيوانات والنباتات ، (٢) والماء ، (٣) ووسط يحتوى على الأوكسجين ، (٤) وطاقة من الشمس مثل الإشعاع الشمسى الضرورى للنباتات لتصنيع المواد العضوية التى تستخدمها الحيوانات كغذاء ، و (٥) حدود معينة لدرجة الحرارة ، عادة بين الصفر و ٥٥° (٣٢ - ١٢٢ فهرنهايت) . تحصل بعض الحيوانات على الأوكسجين اللازم لها عن طريق غير مباشر من غذائها ، وبعضها لا يحتاج لضوء الشمس ، وبعضها تحيا فقط في حدود ضيقة من درجة الحرارة .

١ - ٣ تنوع الحياة

يحتوى العالم على عدد ضخم من الكائنات الحية ، ولا يعلم أحد تماما ، ما هو عدد الأنواع أو الكائنات المختلفة التى تسكن كوكبنا ، ولكن حتى لو استبعدت الكائنات الميكروسكوبية والنباتات ، فإن التقديرات تزيد على مليون . يشعر البعض بأنه يوجد نحو ٢ مليون نوع من الحيوانات فقط . وأيضاً أنواع كثيرة انقرضت الآن وكانت تعيش في العصور الجيولوجية الماضية . وبعض الحيوانات عددها كثير جدا بالنسبة للأفراد ، بينما توجد أنواع كثيرة نادرة وغير شائعة . تقطن بعض الفئادح الحية كل منطقة من الأرض يمكن أن تتاح . لذلك توجد كائنات في أماكن غير محتملة مثل الأحاديث العميقة في المحيطات ، وفي الناييع الحارة ، وحول ثلوج وجليد القطبين الشمالى والجنوبى . كل المياه وتقريبا جميع أسطح الأرض لها مخلوقات حية مميزة تسكن فيها . لا يمكن للمخلوقات الحية أن تعيش وحيدة في فراغ ، ولكنها توجد دائما مع الكائنات الأخرى في بيئة فيزيقية ، وعلى ذلك فإن كل بيئة مختلفة لها مجموعة مميزة من أنواع المخلوقات . وهذه اعاميع المميزة من الكائنات تتفاعل مع بعضها ومع البيئة الفيزيقيه التى تعيش فيها . ويكون مجموع كل هذه التفاعلات المركبة ما سمي « شبكة الحياة » أو « ميراث الطبيعة » ولكن علماء الحيوان كثيرا ما أطلقوا عليه نظام علم البيئة (فصل ١٢) .

الإنسان أيضاً حيوان وهو لذلك يعيش مع الكائنات الأخرى في بيئة فيزيقية . ورغم أن الإنسان قد استخدم ذكائه وقدرته على صناعة الأدوات في خلق البيئات - المدن والمنارل ، وكيمولات الفضاء - التى تنزله لدرجة كبيرة أو صغيرة عن الإحتكاك والتفاعل مع البيئة الفيزيقيه والبيولوجية للكوكب ، إلا أن الإنسان لم يستطع افروب كلية . فمارال الإنسان يعتمد على كائنات معينة تتقدمه

بالغذاء ، ومارال يعاني من الطفيليات والكائنات التي تصيبه بالأمراض ، كما أنه يتفاعل عادة مع حيوانات أخرى وعلى الأقل مع الإنسان الآخر . ومازال الإنسان يخضع لمبادئ علم الحيوان في أن عملياته الحياتية تشابه مثيلاتها في الحيوانات الأخرى .

بالرغم من الأعداد الضخمة للحيوانات المختلفة في العالم فإن العمليات الأساسية التي تتم لتؤكد استمرار الحياة متشابهة فيما بينها . تنظم جميع الحيوانات وتعمل طبقا لقوانين فيزيقية وبيولوجية محددة . وهذه القوانين والآراء تشكل الهيكل الذي سركب عليه الجزء الأول من هذا الكتاب . تبنى جميع الحيوانات من عناصر ومركبات كيميائية معينة وتعمل طبقا لقوانين فيزيقية محددة ، وأهمها ما له علاقة بالطاقة . ستفلى القوانين الأساسية في الكيمياء والفيزيقا في الفصل الثاني ، ومعها قالب البناء الأساسي لأى حيوان ، وهو الخلية . الفصول ٣ - ١١ تناقش بالتفصيل العمليات الحياتية الضرورية المختلفة التي يساهم فيها كل كائن حي . فصل ١٢ يفصل المبادئ التي تحكم ترتيب الكائنات في مجموعات متفاعلة ، وفصل ١٣ يناقش استمرار الحياة أثناء الزمن ، موضحا كيفية حدوث التغير مع الزمن .

١ - ٤ العلم

العلم هو المعرفة الحقيقية أو خبرة الإنسان الواقعية المجرية . والعالم هو الشخص الذى يحرص فى المجهول ، يقيم الأسئلة ، ويبحث عن الإجابة بالملاحظة والتجارب .

لبنات العلم هى الحقائق ، الحالة الحقيقية للأشياء بصرف النظر عن المعضدات والتأثيرات . الحقائق المتجمعة أو المعلومات هى السجلات الأولى للعلم . الحقائق البسيطة - بأن النار حارة والماء رطب - يتحصل عليها من التجربة المباشرة ، ولكن العلم يتطلب الأساليب الدقيقة . وباستخدام الآلات القياسية يمكن مقارنة النتائج التى توصل إليها أحد العلماء بنتائج الآخرين . على سبيل المثال ، يقيس الترمومتر درجة الحرارة ، وتعتمد درجة الدقة على نوع الجهاز المستخدم . الميكروسكوب الإلكتروني ، والسيكلوترون ، والحاسب الإلكتروني هى أجهزة فتحت أفقا جديدة وأضافت كثيرا من الدقة فى المجالات الأخرى .

يمكن استخدام ملاحظة عامة - تنجذب الفراشات نحو لهب الشمعة - لتوضيح الأسلوب العلمى . بالنسبة للعلم تثير هذه الملاحظة قضية عامة هى علاقة السبب (الضوء) بالتأثير (الجذب) . كفسير عملى أو رأى صحيح ، يفترض العالم أن الفراشات تتفاعل إيجابيا مع الضوء . تخطط التجارب لاختبار هذا الرأى . تصمم مصيدة تحتوى على ضوء ساطع . ومصيدة ثانية (الحكم) بدون ضوء . وبإعادة الاختبارات ، تُجذب الفراشات إلى المصيدة المضيئة لا إلى المصيدة الممتعة . وبعد ذلك ينتت التجارب أن الأنواع المتباينة من الفراشات تتفاعل مع أضواء لها قوة وأطوال موجات مختلفة . وهذا يسمح بصياغة بيان محدد أو نظرية - بأن أنواعا معينة من الفراشات

تجذب إلى الضوء الأزرق ولكنها تطرد بالأصفر أو الأحمر . وفي النهاية ، وإعادة الرهان الذى يصل ما بين السبب والتأثير ، يمكن أن تفرض النظرية ثانية كقانون أو قاعدة عامة . فالآن لا يقبل الأسلوب العلمى أى شيء على أنه معصوم فالحقائق الجديدة يمكن أن تتطلب تغييراً أو رفضاً لقانون سبق أن اقتنع به .

١ - ٥ علم الحيوان

العلم الذى يهتم بحياة الحيوان هو علم الحيوان . وهو يتولى على كل المعلومات العامة عن الحيوان بالإضافة إلى زيادة فى الحقائق التكنيكية . ويهتم علم الحيوان بتركيب ووظائف أجزاء جسم الحيوانات ، وعاداتها ، أين وكيف تعيش ، علاقاتها ببعضها البعض وبيئاتها ، وتقسيمها ، وبعض المظاهر الأخرى العديدة . وباختصار ، فإن كل الحقائق ، والاستنتاجات ، والنظريات ، والقوانين التى تتصل بحياة الحيوان هى مكونات علم الحيوان الذى يكون مع علم النبات علم البيولوجيا أو علم الحياة . علم البيولوجيا مع بعض المجالات الأخرى التى تهتم بظواهر الطبيعة مثل علم البيولوجيا (تركيب الأرض) ، والفسوجرافيا (ظواهر سطح الأرض) ، وعلم الأرصاد الجوية (الغلاف الجوى) ، وهكذا هى جميعا العلوم الطبيعية . وهى تقف مقابل العلوم الفيزيائية - الفيزيائية ، وخواص المادة ، والكيمياء ، وتركيب المادة .

يقسم علم الحيوان ، كالمعلوم الأخرى ، نتيجة للزيادة الكبيرة فى المعرفة . وقليل من المجالات المتخصصة هى :-

علم الخلية التراكيب والوظائف داخل الخلية (فصل ٢ ، ٣)

علم الشكل التركيب ككل (فصل ٣ - ١٠ ، ١٤ - ٢٨)

علم الأنسجة التركيب الدقيق للأنسجة (فصل ٣)

الفسولوجيا العمليات الحيوية والوظائف داخل الحيوانات (فصل ٢ - ١٠ ، ١٥ - ٢٨)

علم الأجنة النمو والتكوين داخل البيضة (فصل ١٠)

علم الوراثة الوراثة والتغير (فصل ١١ ، ١٣)

السلوك دراسة استجابة الحيوان للمنبهات كوسيلة للبحث عن العوامل المتداخلة والمتسببة (فصل ٩)

علم البيئة علاقات الحيوانات ببيئاتها (فصل ١٢ ، ١٥ - ٢٩)

جغرافية الحيوان توزيع الحيوانات فى المكان (فصل ١٢)

علم الحفريات الحيوانات الحفرية وتوزيعها بالنسبة للزمن (فصل ١٢ ، ١٣ ، ١٥ - ٢٨)

التطور أصل وتخليق حياة الحيوان (فصل ١٣)

علم التقسيم تقسيم الحيوانات والقواعد التى تخص به (فصل ١٤)

يقسم علم الحيوان أيضا طبقا للدراسة مجموعات خاصة جديرة بالاهتمام . وكمثال إليك مجالات من هذا النوع :

علم الأوليات دراسة الكائنات التى تتكون من خلية واحدة ، أو الأوليات (فصل ١٥)

علم الحشرات دراسة الحشرات (فصل ٢٢)

١ - ٦ الكائنات الحية

يستطيع الشخص العادى أن يميز معظم أنواع الكائنات الحية عن المادة الغير حية أو الغير عضوية - يميز الشجرة ، والطائر ، والدودة عن الصخر ذى المادة الكيميائية - ولكن هذا ليس باليسر مع بعض المخلّجات الدنيئة من الحياة . تبدو بفرة النبات أو بيضة الحشرات خاملة ، ولكن كلا منها إذا وضعت فى الظروف الملائمة تظهر طبيعتها الحية بسرعة .

١ - الأبيض

داخل الكائنات الحية تجرى بثبوت مجموعة من العمليات الكيميائية الضرورية تعرف فى مجموعها بالأبيض . وأهم عمليات الأبيض هى الأنشطة العامة مثل تناول الطعام وهضمه ، ثم تمثيل الغذاء المهضوم داخل الجسم ، والتنفس وهى عملية إطلاق طاقة الغذاء الممثل ، والإخراج وهو التخلص من المواد المتخلفة التى تنتج عند إطلاق الطاقة . فالمواد غير الحية لا تقدر على أن تنجز هذه العمليات بأخذها لمواد غريبة إلى داخلها ثم تحويلها لنتج الطاقة ، ثم التخلص من المنتجات المتخلفة . ومن المسلم به أن بعض المواد غير الحية تطلق الطاقة . على سبيل المثال المواد التى لها نشاط إشعاعى تطلق الطاقة وتحلل إلى عناصر أخرى . ولكن المواد الغير حية لا يمكنها استخلاص الطاقة بأخذها أو تحويلها لمادة غريبة .

٢ - النمو

تنمو كل الكائنات الحية بتكوين أجزاء جديدة بين أو داخل الأجزاء القديمة . وبذلك يحدث النمو بالإضافة من داخله ، وهذا نمو بالترتيب (تحويل المواد المأكولة إلى مواد من نفس مواد الآكل) ، وهى صفة تتصف بها الكائنات الحية . قد تنمو الأشياء الغير حية ، ولكنه دائما نمو بإضافة مواد من الخارج ، وليست من الداخل ، كما فى البلورة (شكل ١ - ١) .

٣ - الإنفعالية

تتفاعل الكائنات الحية مع المتغيرات في بيئتها ، قدرة يطلق عليها بصفة عامة الإنفعالية . يمكن أن تأخذ الإستجابة لمتغيرات البيئة عدة أشكال ، ودرجة الاستجابة ليست دائما متناسبة مع قدر المنبهات ، وعادة لا يتغير الكائن باستمرار بواسطة المنبهات . لا تستجيب الأجسام الغير حية للمنبهات بنفس الطريقة ، لأنها لو استجابت ، كما يتمدد المعدن بالحرارة ، فإنه توجد صلة كمية محددة بين المنبه (الحرارة) والتأثير الناتج (التمدد) .

٤ - التكاثر

لكل نوع من الكائنات الحية القدرة على التكاثر وإنتاج نفس النوع .

٥ - الشكل والحجم

لكل نوع من الكائنات الحية شكل محدد وحجم مميز (شكل ١ - ٢ ، ١ - ٣) . ولكن الكائنات الغير حية تباين في الحجم والشكل ، والبللورات القلزية ثابتة الشكل ولكنها تختلف في الحجم .

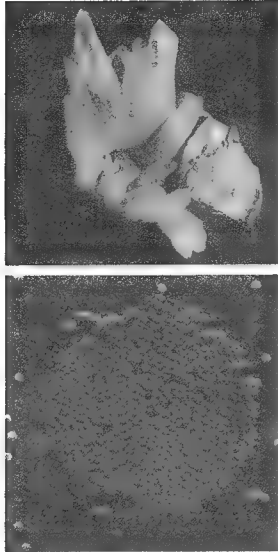
٦ - التركيب الكيميائي

تتركب الكائنات الحية أساسا من أربعة عناصر كيميائية : الكربون (ك) ، والهيدروجين (يد) ، والأكسجين (أ) ، والنيتروجين (ن) بنسب مختلفة ولكنها محددة ، وهذه العناصر الأربعة تتواجد مع كميات أقل من العناصر الأخرى . وهذه العناصر إذا ارتبطت بذرة أو أكثر من الكربون ، تكون جزيئات عضوية مركبة ، غالبا ما يكون لها وزن جزيئي كبير ، وهم معا يكونون المادة الحية أو روتوبلارم النبات أو الحيوان . نفس العناصر مع عناصر كيميائية أخرى توجد في الجزيئات الصغيرة التي تكون المعادن والصخور والتربة الغير حية

تعتبر الفيروسات ، في أمور كثيرة ، وسطا بين الكائنات الحية والأشياء الغير حية (فبعضها أمكن بلورته) ، ولكنها يمكنها النمو فقط داخل الخلايا الحية .

١ - ٧ الحيوانات مقابل النباتات

معظم الكائنات التي يمكن رؤيتها بوضوح بالعين المجردة ، يمكن أن تنسب بسهولة إلى عالم النبات أو عالم الحيوان ، وهذا لا يمكن تحقيقه بالنسبة للكائنات المجهرية أو مجموعة أكبر حجما من الكائنات هي الفطريات (عيش الغراب وأقرباؤه) . ولذلك يُقسم العلماء الآن الكائنات إلى أربع



شكل ١ - ١ : الأشياء الغير حية مقابل الأشياء الحية . إلى أعلى . بلورات الكوراتز (طويلة بيضاء)
وبيريت الحديد ، $\frac{3}{4}$ الحجم الطبيعي . إلى أسفل . الشكل البللوري لفيروس شلل الأطفال الذى يمش
ويتضاعف فى خلايا الحيوانات ، بما فيها الإنسان . مكر ١١٠٠٠٠ مرة . (صورة بالالكترون ميكروسكوب
من W.M. Stanley)

أو خمس عوالم : الحيوانات ، والنباتات ، والفطريات وتضم الفطريات الصغيرة أيضا ، والبروتيسا ،
والموبريا ، والعالمان الآخران يضمان كائنات صغيرة جدا كاليكتريا والأميبا (فقرة ١٤ - ٢) .

وعلى الأحرى ، فإن العدد الأكبر من الكائنات تقع إما في عالم النبات أو عالم الحيوان . ومن الاختلافات الهامة بين النباتات والحيوانات ما يلي :

١ - الشكل والتركيب

شكل جسم الحيوان تقريبا ثابت ، فالأعضاء غالبا داخلية ، وينتج عن النمو عادة تغيرات في النسب مع السن ، الأغشية الخلوية رقيقة ، وتحتوى سوائل الجسم على كلوريد الصوديوم (ص كل) . ولكن شكل النباتات عادة مختلف ، فالأعضاء تضاف من الخارج ، وجذر الخلايا عامة سميكة سليولوزية ، وعادة يكون كلوريد الصوديوم سائما . معظم النمو يكون عند نهايات الأعضاء وغالبا يستمر طوال الحياة ، ولكن لكل نوع من النبات حدا قياسيا للنمو .

٢ - الأيض

يتطلب الحيوان مواد عضوية مركبة كغذاء ، يحصل عليها من أكله للنباتات أو الحيوانات الأخرى . وهذا الغذاء يفتت (ويهضم) ثم يعاد تنظيمه كيميائيا داخل الجسم . ويلزم عادة الأوكسجين (أ) للتنفس . والمواد المتخلفة عن الأيض تكون أساسا هي ثاني أكسيد الكربون (ك أ) ، والماء (يد) ، واليوريا (ن يد) ، ك أ . يؤدي النبات أيضاً الأيض ، ولكنه يستخدم الماء ، وثاني أكسيد الكربون من الهواء ، والكيميائيات غير العضوية التي يحصل عليها مذابة من التربة - وبواسطة عملية التمثيل الضوئي - فعالية ضوء الشمس على الصبغ الأخضر المعروف بالكلوروفيل - تتكون من هذه المواد البسيطة مركبات عضوية متنوعة ، ويطلق الأوكسجين كمنتج جانبي (شكل ١٢ - ١) .

٣ - الجهاز العصبي والحركة

تملك معظم الحيوانات جهازا عصبيا وتستجيب بسرعة للمنبهات ، ليس للنباتات مثل هذا الجهاز وتتفاعل ببطء . وبصفة عامة تستطيع الحيوانات أن تتجول أو تحرك أجزاء من جسمها ولكن أنواعا معينة تثبت مبكرا أثناء حياتها (الأسفنجيات ، وشقائق النعمان ، والحبار ، وحلزونات السفن) ، وتغذج أخرى ثابتة (الهيدريات ، البرانوزوا) لها شكل النباتات .

٨ - أهمية الحيوانات للإنسان

تمد الثدييات المستأنسة والطيور والأسماك الإنسان ببروتينات ، ودهون وزيت معينة للغذاء . وتؤكل أيضاً الحمار ، والسرطان والإربيان (الجمبرى) وبعض الحيوانات الأخرى . ويستخدم صوف الغنم وفراء الحيوانات البرية في الكساء ، كما يستخدم ريش الطيور في ملء الأحذية والوسادات ، ويستخدم جلد الحيوان في المصنوعات الجلدية وفي الفراء ، ويصنع اللاد من الشعر ،

تساعد الحيوانات الأقل تقدما في فهم فسيولوجية وتغذية الإنسان . ويتحصل على كثير من المعرفة من الأبحاث على الضفادع ، والفئران ، والأرانب ، والكلاب . وتشكل هذه الحيوانات مع حيوانات المختبر الأخرى أهمية في دراسة الهرمونات ، والفيتامينات ، وتأثير العقاقير .

تشكل الحيوانات البرية ترويحاً للإنسان ، كما يخرج الإنسان للرياضة بصيد بعض الأنواع .

تقتل أنواع معينة من الحيوانات المفترسة الكبيرة بعض الحيوانات البرية المفيدة وبضع الدواجن والدواب . والحشرات والقولوس التي تتغذى على نباتات المحاصيل ، وأشجار الغابات والعشب ، تدق الأجراس التي تطالب بنفقات كبيرة لإبادتها . وحشرات أخرى والفئران والجرذان المنزلية تصيب الأشياء الخاصة وغزوز الطعام . بعض الحشرات ، والصنك ، والعقارب والثعابين تكون سامة لدرجة خطيرة . كثير من أنواع الطفيليات ، والأوليات ، والدهان ، والحشرات ، والقراد ، تجلب الأمراض والموت للإنسان ، ودواجنه ، والحيوانات البرية المرغوب فيها . ينقل البعوض الطفيليات الأولية للملاريا وفيروس الحصى الصفراء ، وينقل اليرغوث بكريا الطاعون ، وينتشر التيفوس بواسطة القمل والبراغيث ، وبعض الأمراض الأخرى التي تنقلها الحيوانات قد شكلت دورا ثابتا في تاريخ الإنسان خلال المصور .

تاريخ علم الحيوان

١ - ٩ باكورة علم الحيوان

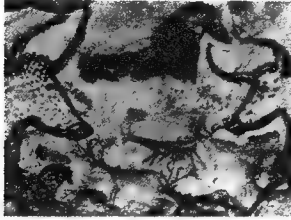
كان لإنسان ما قبل التاريخ إهتمامات عملية بالحيوانات التي تمده بالغذاء والملبس والضروريات الأخرى ، وبالحيوانات البرية التي تهدده . ثم بعد ذلك لعبت الحيوانات دورا في العقائد الدينية ، والدواء ، والفن . فإناس الكروماجتون رسموا الحيوانات وأقاموا لبعضها التماثيل (شكل ١ - ٤) في كهوف جنوب غرب أوروبا . وبعد ذلك بفترة طويلة أنتجت المذنبات القديمة في شرق البحر المتوسط من الحزف ، والنحت ، والطنافس ما يبين مهارة ملحوظة في رسم الحيوانات . وتحتوى لغات كل الشعوب البدائية على ألفاظ كثيرة تعزى إلى الحيوانات ، ولأنها تختلف من قبيلة إلى أخرى فإن ذلك يدل على أن المعرفة بالحيوانات قديمة قدم اللغات نفسها .

كانت السجلات المكتوبة القديمة منحوتة على الحجارة أو على أقراص من الطين تحرق لكي تبقى (تلوم) . في مصر وبلاد أخرى من بلدان البحر المتوسط استخدمت رزم من البردي ورقائق من جلد الحيوان للكتابة اليدوية . وكانت هذه الكتابات كثيرة إذ تحتوى المكتبة الإغريقية بالإسكندرية (القرن الثاني قبل الميلاد) على ٧٠٠ ألف كتاب ، وتحتوى مكتبات أخرى على مجموعات كبيرة . وهذه المخطوطات قد نسخت وأعيد نسخها خلال السنين ، وبعضها قد فقد كليا أو جزئيا ، ولم يبق غير عدد محدود من القرون الأولى للعصر المسيحي حتى مجيء الطباعة (نحو ١٤٥٠ سنة بعد الميلاد) . فلذلك نجد أن السجلات المبكرة للحيوان كغيرها من فروع المعرفة قد فشت .

وأول اهتمام جاد بعلم البيولوجيا وعلم الحيوان كان من الأغريق الأوائل . اعتقد أناكسيماندر

(٢٦١١ - ٢٥٤٧ قبل الميلاد) في صورة من صور التابع التطوري من النماذج الدنيا حتى الإنسان .

اكستوفانس (القرن السادس قبل الميلاد) تعرف أولا على الحفريات كبقايا للحيوانات ثم استنتج أن وجودها على الجبال يدل على أن هذه الجبال كانت يوما ما تحت سطح البحر . امهدوكليس (القرن الخامس قبل الميلاد) خلص مدينة من الملايا وذلك بتجفيف المستنقعات القريبة منها . وقد نتج عن استئناس الحيوانات بواسطة المذنبات الأولى (فصل ٢٨) خبرة عملية في التربية والإكثار والتغذية .



شكل ١ - ٤ : رسم للحصان البري ، الماشية ، الزنة هل بواسطة إنسان ما قبل التاريخ كروماجون في كهف في لاسكو ، دوردون ، فرنسا .

١ - ١٠ الإغريق والرومان

أرسطوطاليس (إغريقي ٣٨٤ - ٣٢٢ قبل الميلاد) كان من أوائل علماء الحيوان ومن أعظمهم . كان تلميذا لأفلاطون وقام بالتدريس في الليسيوم في أثينا . وقد كتب كثيرا في الفلسفة والسياسة بالإضافة إلى علم الحيوان . وقد تكرر نسخ مخطوطاته . وأقدم النسخ الباقية يرجع تاريخها إلى القرن التاسع . وله تسع كتب بعنوان « تاريخ الحيوانات » (نحو ٥٠٠ صفحة مطبوعة بعد الترجمة الحديثة) تخصص بتركيب وعادات كثير من الحيوانات المستوطنة في اليونان ، ومقدونيا وآسيا . ومما زالت أجزاء من مؤلفاته « أجزاء من الحيوانات » و « تكاثر الحيوانات » باقية . وقد توصل أرسطوطاليس إلى التقدم اليومي في تكوين جنين الدجاجة كما عرف أن ذكور النحل تتكاثر

تكاثرا بكريا وأن بعض أنواع القروش تحمل صغارا حية . وقد أكد على قيمة المشاهدة المباشرة . وتعرف على قانون وترتيب الظواهر البيولوجية واستخلص استنتاجات مستمدة من الحقائق المرئية ، وقد كشف عن التكوين التطوري من الحيوانات الدنيا للحيوانات العليا ، راجعا إلى « العقل المرشد » الأعظم .

كان الرومان أساسا موجهين وجنودا عمليين وقدموا مساهمات قليلة في علم الحيوان . ألف الأسقف بلينى (٢٣ - ٧٩ بعد الميلاد) « التاريخ الطبيعى » فى ٣٧ كتابا جمع فيه كل المظاهر الطبيعية ، وعلم الحيوان ، والطب ، وموضوعات أخرى . ورغم أنه يحتوى على القليل من الجديد إلا أنه ظل مرجعا عظيما لأكثر من ١٥٠٠ سنة . كان جالين (١٣٠ - ٢٠٠ بعد الميلاد) وهو فيزيقلى يونانى ثم بعد ذلك رومانى-آخر عالم بيولوجى عظيم فى هذا الوقت القديم ، وقد كتب عن تشريح الإنسان من معلوماته المستمدة من تشريحه للحيوانات الأقل تقدما . كما قام ببعض التجارب الفسيولوجية . وقد كانت كتاباته هى المرجع الوحيد للتشريح الطبى وذلك لمدة ١٠ قرون واعتبر معصوما من الخطأ . ثم بدأ التخلف فى البحث العلمى قبل نهاية الحضارة الإغريقية واستمر طوال وجود الإمبراطورية الرومانية وخلال العصور الوسطى .

١١ - ٩ علماء الحيوان الأوروبيون .

بدأ انتعاش المعرفة أو النهضة فى القرن الثالث عشر ، وقد أثرت بواسطة التقارير التى نتجت عن أسفار ورحلات ماركو بولو ، وفاسكو دى جاما ، وكولومبوس ، وماجيلان . وقد ألف علماء الحيوان فى الثلاثة قرون التى تلت ذلك أعمالا فى التاريخ الطبيعى للحيوانات كان فيها زيادة فى المعلومات المبنية على المشاهدة الجديدة وغير المعتمدة على كتابات أرسطوطاليس وبلينى وجالين . ونخص بالذكر فى هذا المقام ألبرتوس ماجنوس (بافارى ، ١٢٠٦ - ١٢٨٠) ، وكونراد جيمس (سويسرى ، ١٥١٦ - ١٥٦٥) ، ورونديليت (فرنسى ١٥٠٧ - ١٥٦٦) .

كان أندرياس فيساليوس (بلجيكى ، ١٥١٤ - ١٥٦٤) أول من نشر كتابا كبيرا موضحا على « تركيب جسم الإنسان » (١٥٤٣) ، راسما بناية الهيكل والعضلات كما عاينها فى التشريح الجديد (شكل ١ - ٥) . ويليام هارفى (إنجليزى ، ١٥٧٨ - ١٦٥٧) قدم فى الفسيولوجى الطرق التجريبية واستخدام القياسات للحقائق الكمية . وكتاب هارفى *De motu cordis* (١٦٢٨) يحتوى على الدليل المقنع على دوران الدم . ومن ملاحظاته فى الحيوانات الدنيا وصف كيفية امتلاء وتفريغ غرف القلب دوريا بواسطة العمل العضلى ، كما بين أن تفجر الدم من شريان مقطوع يتمشى مع انقباض القلب . وفى النهاية أوضح بالحسابات أن دما كثيرا يمر خلال القلب فى ساعة أو فى يوم أى يعاد دوران الدم فى القلب بانتظام مقدما بذلك الدليل العكسى للآراء الخاطئة للعلماء السابقين . كما وصف هارفى أيضا تكوين الدجاجة (١٦٥١) واستنتج أن الثدييات تنتج من البيض .

باختراع الميكروسكوب المركب حوالى عام ١٥٩٠ ، أصبح هناك أداة هامة تستخدم في دراسة الحيوانات الصغيرة والأجزاء الدقيقة من الحيوانات الكبيرة (شكل ١ - ٦) . فقد وصف التركيب الخلوى للنبات في عام ١٦٦٥ بواسطة روبرت هوك (إنجليزى ، ١٦٣٥ - ١٧٠٣) ، ولكن المكشف الحقيقي للتشريح الدقيق في النباتات والحيوانات هو مارسيلو مالييجى (إيطالى ، ١٦٢٨ - ١٦٩٤) الذى كتب بحثاً علمية عديدة في هذا الموضوع . واكتشف انطونى فان ليفنهوك (هولندى ، ١٦٣٢ - ١٧٢٣) كريات الدم ، والحيوانات المنوية ، والأوليات ، والمضلات المخططة ، وكثيراً من العينات الميكروسكوبية الأخرى ، وقام بوصفها .



شكل ١ - ٥ : أول رسم دقيق لجسم الإنسان . مصدر جيد عن لوحة من دى لايفريكا كوربوري هومانى
عن أندرياس فرساليوس ، ١٥٤٣

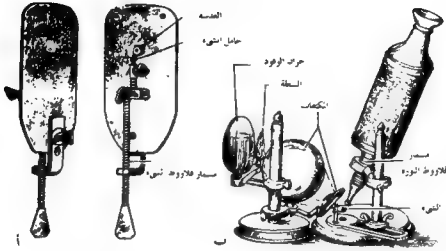
ويرجع أول ميكروسكوب مركب له عدستان منفصلتان إلى ج. و زد. جانسن وجاليليو. وقبل هذا الوقت لم يكن يعرف غير العدسات البولية (ونظارات القراءة) التي يرجع تاريخها إلى القرن الثالث عشر أو قبل ذلك. واليوم تكبر الميكروسكوبات المركبة الجيدة نحو ٢٠٠٠ مرة وتحلل الأشياء التي يصل طولها إلى ميكرومتر واحد (UM). ومنذ عام ١٩٣٤ استخدم الميكروسكوب الإلكتروني ذو قوة تكبير تصل إلى ٣٠٠٠٠٠ مرة أو أكثر ليبين التركيب الدقيق لأجزاء الخلية وذلك باستخدام تحضيرات في غاية الدقة

لمدة قرون ، دون علماء التاريخ الطبيعي الحيوانات بدون أى ترتيب خاص أو متبعين نظاما مستتباً من أرسطوطاليس ثم بدأ كارولوس لينوس (سويدي ، ١٧٠٧ - ١٧٧٨) في عام ١٧٣٥ في نشر النظام الطبيعي في ١٢ طبعة (نشرة) كان آخرها في عام ١٧٦٨ (شكل ١ - ٧) . وكان بمثابة كتالوج (قائمة) منظم للنباتات والحيوانات ، والعناصر ، في مجموعات كبيرة ومجموعات مساعدة ، ثم أخذ يتنقح في منجه بالتدريج وأدخل نظام التسمية المزدوجة حيث يسمى كل نوع من الكائنات باسم علمي من جزئين - الجنس والنوع . وتعتبر طبعته التاسعة (١٧٥٨) نقطة البداية للتسمية المزدوجة المستخدمة اليوم في علم الحيوان . وقد أثار لينوس الاهتمام بجمع وتصنيف ، وتسمية الكائنات ، مما أدى إلى وجود متاحف التاريخ الطبيعي الضخمة حالياً .

من القرن السابع عشر فصاعداً زاد الاهتمام بالدراسة الأصلية للحيوانات من ناحية تكوينها الجنيني ، وتركيبها الإجمالي والميكروسكوبى ، والعمليات الفسيولوجية التي تحدث داخل أجسامها ، ومظاهر أخرى عديدة ، وبدأت أساسيات علم التشريح المقارن والحفريات من جيورجس كوفيه (فرنسى ، ١٧٦٩ - ١٨٣٢) . وبدأت النظرية الخلوية ، التي تنص على أن جميع الحيوانات والنباتات تتكون من خلايا ومنتجات الخلايا ، في عام ١٨٢٤ برينيه دوتروشيه (فرنسى ، ١٧٧٦ - ١٨٤٧) ، ولكنها قررت بالقطع للنباتات في عام ١٨٣٨ بواسطة م. ج. شلايدن (ألماني ، ١٨٠٤ - ١٨٨١) ، وللحيوانات في عام ١٨٣٩ بواسطة تيودور شفان (ألماني ، ١٨١٠ - ١٨٨٢) .

١ - ١٢ التطور

بين الآراء الهامة والمثمرة جداً في علم الحيوان هي تلك التي تخص بالتطور - أصل الأنوع - والوراثة - طريقة وميكانيكية الوراثة . عالج الكتاب الأولون من عهد أرسطوطاليس فصاعداً موضوع التطور ، ولكن تشارلز دارون (إنجليزي ، ١٨٠٩ - ١٨٨٢) وضع نظرية التطور معتمدة على الانتخاب الطبيعي (١٨٥٩) وكانت مرشداً لكل من تبعوه في العمل البيولوجي (أنظر فصل ١٣) . وعلى نفس المنوال ، فإن البحوث الأساسية التي قام بها جريجور يوهان مندل (نمسلى ، ١٨٢٢ - ١٨٨٤) ، والتي نشرت في عام ١٨٦٦ ، قد قدمت الأسس في الوراثة لكل البحوث المعصرين (أنظر فصل ١١) (شكل ١ - ٧) .



شكل ١ - ٦ تطور الميكروسكوب (أ) إحدى ميكروسكوب ليفي هوك ، حوالي سنة ١٦٧٣ ، مكبر بسيط يستخدم في ضوء الشمس . (ب) ميكروسكوب روبرت هوك ، ١٦٦٥ . له مصباح ومكثف لتكبير الضوء على الشيء .

علم الحيوان الحديث

يشكل علم الحيوان الآن مجالا دراسيا داهم الإتساع ، تجري فيه خطوات سرية بواسطة كثير من الباحثين . تستمر المواضيع القديمة مثل التشریح المقارن ، والتصنيف ، وعلم الأجنة بإضافات من الآراء التوضيحية . وتجري البحوث في علم الحيوان التجريبي ، والوراثة ، وفسيولوجيا الأنسجة والخلايا بطرق وأجهزة منقحة . وقد فتحت واتسعت مجالات جديدة في دراسة الهرمونات ، والفيتامينات ، والإنزيمات ، وأبيض المعادن . تُعلم العناصر الكيميائية بنشاط إشعاعي بطريقة أو أخرى ثم تطعم للحيوان أو تحقن فيه ويقتنى أثرها في جسمه وبذلك تتحدد كيفية التخزين ، والاستخدام ، وترتيب المكونات في عملية الأيض . وقد انتهت الدراسة الوصفية القديمة للتاريخ الطبيعي للحيوانات البرية وحل محلها القياسات الكمية ودراسة الأفراد والجماعات التي ينتج عنها فهم أوضح للأحداث والأعطال في الطبيعة . ولقد أظهر الآلات الحديثة مثل الميكروسكوب الإلكتروني وفرة من التراكيب الفوق ميكروسكوبية .

ولأن هناك وفرة من علماء القرن العشرين الذين قدموا مساهمات بارزة لمفهومنا للحياة ، فإنه من غير الممكن ذكر ولو قسم صغير منهم . ولكنه يمكن أن يذكر أن أحد أهم هذه المساهمات هي تلك الخاصة بجيمس واتسون وفرانسيس كريك ، اللذان إكتشفا ترتيب التركيب في DNA ، مادة الوراثة ، وكيفية عملها في الوراثة .

١ - ١٣ لماذا يدرس علم الحيوان ؟

ماهى أهمية هذا العلم للطلاب اليوم ؟ فى هذا العالم المتزايد التعقيد والصلات والتكنولوجيا توجد أسئلة هامة تستحق الإجابة عليها فى مقدمة هذا الكتاب . فى عشرات السنوات الأخيرة من القرن العشرين ، يواجه الإنسان بعض المشاكل المتقاربة التى يمكننا أن نحدث أزمة خطيرة . هذه المشاكل تضم الانفجار السكانى ، زيادة التلوث ، نقص الغذاء والطاقة اللازمين للمجتمع الإنسانى ، وقلة تنوع أشكال الحياة . وكل هذه المشاكل ترتبط ارتباطا وثيقا بعلم الحيوان . دراسة المجتمعات ، كيفية عملها ، وكيفية تنظيمها ، هى إحدى فروع علم البيئة (فصل ١٢) . توزيع الطاقة والمحافظة عليها فى الحيوانات الحية تشكل المظاهر الكبرى لعدة فروع من علم الحيوان ، تضم البيولوجيا الجزيئية أو فسيولوجيا الخلية (فصل ٢) ومعظم العمليات الفسيولوجية (فصول ٣ - ١٠) ، بينما تحويل الطاقة على مستوى المجتمعات هو أحد فروع علم البيئة . تنوع الحياة أى التشكيلة العظيمة من النماذج الحيوانية التى توجد على هذا الكوكب ، وتكيفهم الناجح للبيئات المتنوعة هى عنوان الجزء الثانى من هذا الكتاب ، الذى صمم لتعريف القارئ بمكونات حياة الحيوان الذى يقطن هذه الأرض ، والتى يمكن أن تكون هامة لتركيب أجهزة ثابتة لتدعيم الحياة على هذا الكوكب .

كل المشاكل التى تواجه الإنسان فى الربع الأخير من هذا القرن هى مشاكل بيولوجية : الانفجار السكانى ، نقص فى الغذاء وفى الطاقة ، والتلوث ، وهذه المشاكل لا يمكن حلها بدون معرفة كافية بالقواعد التى تحكم حياة الإنسان فوق هذا الكوكب أو بمعنى آخر علم الحيوان . لا يمكن للفرد أن يتوقع وصوله لضوابط لمشاكل المجتمع الإنسانى ما لم يتفهم القواعد التى تتدخل فى نمو ، وصيانة ، وضعف التجمعات الحيوانية ، وهذا جزء من علم البيئة . وهى تخضع لنفس المبادئ فى حالة الإنسان . وبالتالى لا يمكن للفرد أن يتوقع أن يفهم أسس أزمة الغذاء السلبية أو طريقة حلها بدون دراية بالأنواع المختلفة من الغذاء ، ولماذا يحتاج إليها ، وكيفية عملها فى أجهزة الحيوان الحية ، وهذا يشكل فرعاً آخر من علم الحيوان هو الفسيولوجيا .

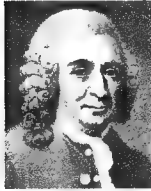
وختاماً ، عندما يأتى الوقت الذى تتعرض فيه بشدة أنواع الحيوانات فى جميع أنحاء العالم للتلغراض ، والإفلال من حجم السكان ، فسيكون من الضروري بعض الفهم لهذا التحول حتى تمكن المحافظة على بعضها . لماذا يدرس علم الحيوان ؟ مستقبل الإنسان يمكن أن يتوقف عليه !



ارسطو طاليس ٣٨٤ ٣٢٢ قبل الميلاد



ويليام هارفي
١٦٥٧ ١٦٥٨



كارولس لينيوس
١٧٧٨ ١٧٠٧



بيتر ديدرو
١٨٨٢ ١٨١٠



شارلز داروين ١٨٠٩ ١٨٨٢



هربرت سبنسر ١٨٤٢ ١٨٨٤

شكل ١ - ٧ : بعض الرواد في تطوير علم الحيوان

مراجعة :

- ١ - ما هي الظروف الفيزيكية اللازمة لبقاء الكائنات الحية على الأرض ؟
- ٢ - ميز بين العلوم الطبيعية والعلوم الفيزيكية ، وأيضاً بين البيولوجيا وعلم الحيوان .
- ٣ - ماهي الاختلافات الأساسية بين الكائنات الحية والأشياء الغير حية ؟
- ٤ - ماهي المؤثرات التي تساهم في تكوين المناخات المتنوعة في الأماكن المختلفة من الأرض ؟
- ٥ - ماهي الطرق البارزة التي تكون فيها الحيوانات في مصلحة الإنسان ؟
- ٦ - كيف ساهم كل من التالية أسماءهم في علم البيولوجيا الحديثة : فرساليوس ، هارفي ، مالبيجي ، ليفنوك ، لينوس ، كوفيه ، شلايدن ، شفان ، دارون ، مندل ، واتسون وكريك ؟
- ٧ - لماذا يكون من الصعب إيجاد فرق أوحده بين المادة الحية والمادة غير الحية ؟
- ٨ - إذا كنت متخصصاً في علم الاجتماع ، لماذا يكون مهماً لك أن تعرف شيئاً عن علم الحيوان ؟
- ٩ - علم البيئة والطاقة أصبحت من الألفاظ المألوفة . كيف تتلاءم مع علم الحيوان ؟

الفصل الثاني

مواد جسم الحيوان

الحيوان هو تجميع متكامل من أجزاء تركيبية وأجهزة تؤدي العمليات الفسيولوجية المختلفة الضرورية للحياة . يشتمل جسم الحيوان عادة على عديد من الأجهزة العضوية . يتخصص كل جهاز في التركيب والوظيفة ليؤدي بعض العمليات الفسيولوجية الهامة مثل الهضم ، ودوران الدم ، الخ . تتكامل هذه الأجهزة لتعمل في تناسق مع بعضها البعض . ويتكون كل جهاز من عدة أعضاء ، كل يؤدي حصته في الوظيفة العامة ، ففي الجهاز الهضمي يعمل الفم في تناول الطعام ، والمعدة في تخزين وهضم الغذاء ، وهكذا . ويتكون العضو بدوره من عدة طبقات من أجزاء تعرف بالأنسجة ، ويتكون كل نسيج من عدة خلايا ميكروسكوبية ، لها عادة نفس الشكل . يناقش هذا الفصل المواد والمكونات الدقيقة لجسم الحيوان .

التركييب البيولوجية

الخلايا والبروتوبلازم

٢ - ١ نبذة تاريخية

كانت التراكيب الدقيقة للكائنات الحية مجهولة حتى إختراع الميكروسكوب المركب (نحو ١٥٩١) . ففي عام ١٦٦٥ قرر روبرت هوك أن الفلين ومواد نباتية أخرى تحتوي على حواجز تفصل تجاويف أطلق عليها خلايا ، وفي ١٨٢٤ بين رينيه دوتروشي أن النباتات تتكون كلية من الخلايا ومن أعضاء تنتج بوضوح عن الخلايا ، وينطبق نفس البيان على الحيوانات . وفي عام ١٨٣٣ ، وصف روبرت براون النواة كمظهر مركزي في خلايا النبات . وفي عام ١٨٣٨ وضع م.ج. شلايدن نظريته بأن الخلايا هي وحدات التركيب في النباتات . وفي عام ١٨٣٩ طبق زميله تيودور شفان نفس النظرية على الحيوانات . وقد عرف هذا التعميم « بالنظرية الخلوية » وقد أعطيت الأهمية الكبرى في أول الأمر لجدار الخلية بينما لم تلق محتويات الخلية إلا القليل من الاهتمام . وفي عام ١٨٤٠ ، أطلق بوركنجه اسم بروتوبلازم على محتويات الخلية . وقد وسعت بحوث القرن الماضي في النظرية وأوضحت أن محتويات الخلية أكثر أهمية من الجدار ، وأن المادة بين خلوية تنتج عن خلايا معينة . وطبقا للنظرية الخلوية ، تتكون جميع الحيوانات والنباتات من خلايا ومن منتجات الخلايا

والخلية هي الوحدة الأساسية في كل الكائنات تركيبا وظيفيا ، ويوجد تحول مستمر بين المادة والطاقة داخل الخلايا في عملية الحياة . وفي الحيوانات عديدة الخلايا تتجمع الخلايا لتؤدي وظيفة خاصة ، بينما في الحيوانات وحيدة الخلية فإن الخلية والكائن واحد . ويبدأ الحيوان عديد الخلايا كخلية واحدة تنقسم تباعا لتكون الجسم .

٢ - ٢ البروتوبلازم

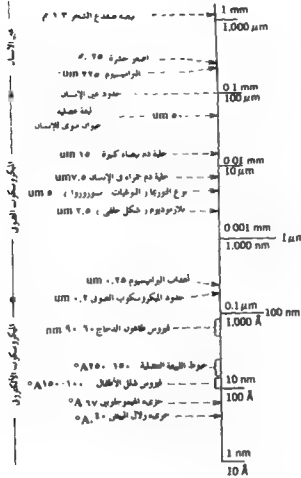
تسمى المادة الحية في خلايا جميع النباتات والحيوانات بالبروتوبلازم وهي مزيج مركب من مواد مختلفة ، تحتوي على الماء ، والأملاح المعدنية ، ومركبات عضوية عديدة . وتعرف الأخيرة في الطبيعة فقط كمكونات أو منتجات للكائنات الحية . يختلف البروتوبلازم في الحيوانات المختلفة ، وفي الأجزاء والأعضاء داخل الحيوان الواحد ، في مميزاته الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية . ولكن للبروتوبلازم بعض الصفات العامة ، التي ستذكر فيما بعد .

نموذجيا ، البروتوبلازم هو مادة شفافة ، رمادية غالبا ، وغروية ، وإلى حد ما لزجة ، ولكنها قادرة على الانسياب . وتركيب البروتوبلازم مختلف ، فهو إما (١) جيبى ، أو (٢) يشبه الرغوة أو حويصل ، أو (٣) مسطح ، أو (٤) ليفي أو شبكي ، من ألياف صغيرة أو خيوط . الاختلافات الحقيقية في النوع ، والصعوبات في مشاهدة التفاصيل الدقيقة ، والتغيرات المرافقة لإزالة البروتوبلازم من الكائنات الحية ، أو تثبيت الأنسجة للدراسة هي المستولة عن بعض الاختلافات في إيضاح تركيب البروتوبلازم .

الكائنات الحية والبروتوبلازم الذى تتكون منه هذه الكائنات تتميز جميعها بالنشاط والتغير . ينشأ الإنسان كجنين يُحْمَل وينمو ، ثم يعيش نشطا ، ثم يموت . داخل بروتوبلازم الإنسان ، كما في جميع الحيوانات ، توجد عمليات أيضية ثابتة . الأيض البنائى يتضمن بناء مركبات من منتجات الهضم وهذه المركبات غالبا ما تكون معقدة تندمج مع البروتوبلازم ، أو تخزن لتستخدم فيما بعد ، أو تكون منتجات ضرورية من الإفرازات . وبالأبيض الهدمى تنكسر مركبات مختلفة إلى مركبات أبسط ، تهدد الجسم بالطاقة اللازمة للعمل والحرارة ، وينتج عن ذلك المواد الإخراجية . ويحدث نوعا الأيض في نفس الوقت في البروتوبلازم الحى ، ولكن العمليات البنائية ، التي تؤدي إلى النمو ، تسود خلال التكوين الجنينى والحياة المبكر . أما العمليات الهدمية فتزداد في منتصف العمر والشيخوخة .

٢ - ٣ الخلية الحيوانية

معظم الخلايا الحيوانية دقيقة ، لذا فوحدات القياس المستخدمة هي الميكرومتر أو الميكرون (um) والانجستروم (Å) . والعلاقة بين هذه الوحدات والوحدات المترية الأخرى هي كالآتي : ١ ملمتر (mm) = ١٠٠٠ ميكرومتر (um) ، ١ ميكرومتر (um) = ١٠٠٠ نانومتر (nm) ، ١ نانومتر (nm) = ١٠ أنجستروم (Å) [المليمتر = ٣٩٧٠ × ٠,٠ بوصة (in)] . يتراوح قطر خلايا كثيرة

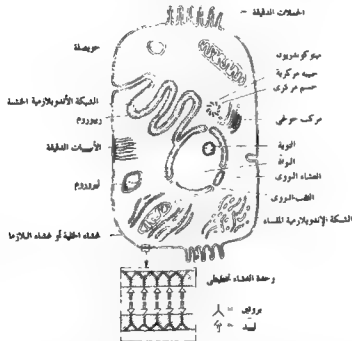


شكل ٢-١ : الأحجام النسبية لبعض الخلايا الحيوانية وأجزاء من الخلايا . كل تقسيمة مقياس رئيسية هي عشر القيمة التي فوقها يكمي الميكروسكوب الضوئي من ١٠ - ٢٠٠٠ تقريباً . يكمي الميكروسكوب الإلكتروني من ٥٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠٠٠ أو أكثر .

بين ١٠ إلى ٥٠ ميكرومتر قطر كرة الدم الحمراء في الإنسان هو ٧.٥ ميكرومتر . وأكبر قطر للخلايا يوجد في مخ بيض الطيور والقرش ، فهو في الدجاج ٣٠ م . ويصل طول بعض الخلايا العصبية في الحيوانات الكبيرة إلى أكثر من متر . أنظر شكل ٢-١ .

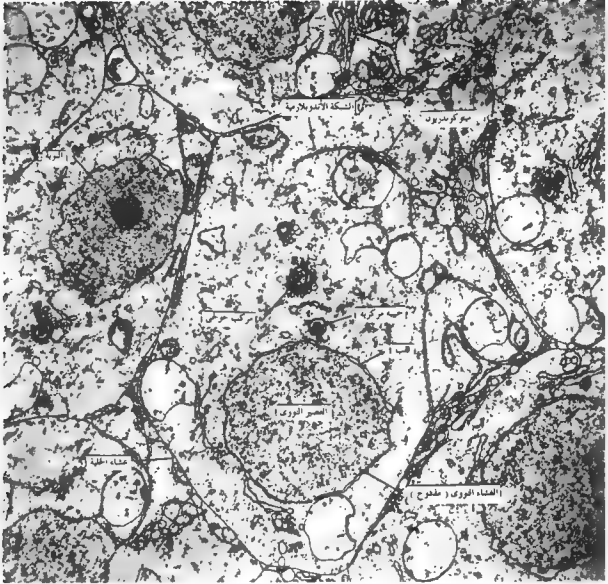
تتألف الخلية الحيوانية بنشاء خلوى ، أو غشاء البلازما ، له تركيب ثلاثي الطبقات يتكون من البروتين والليبيد (مادة تشبه الدهون) . ويتصل هذا الغشاء بالأجهزة الغشائية الداخلية في الخلية مثل الشبكة الاندوبلازمية ومركب جولجي (أشكال ٢-٢ ، ٢-٣) . التشابة الكبير بين أغشية عضيات الخلية في معظم الأنواع التي تمت دراستها أدى إلى الاعتقاد بأن لكل الأغشية الخلوية

نفس التكوين الجزيئي الأساسي . بمعنى عام سمي بالغشاء الموحد . و الترتيب الجزيئي الصحيح لجزيئات البروتين والليبيد في هذا الغشاء الموحد لم يعل حتى الآن ولكن يعتقد أنه شطيرة من طبقتين من البروتين تحيط بطبقة من جزيئات الليبيد (شكل ٢ - ٢) . ينظم غشاء البلازما نفاذية الخلية لأنواع متباينة من الخزيئات ويحيط بالسيتوبلازم الذي يملأ داخل الخلية . والسيتوبلازم شفاف ولزج ويحتوى على تراكمب دقيقة مختلفة وعلى عضيات الخلية (الأعضاء الصغيرة) . وأوضح عضيات الخلية هو جسم قائم ظاهرا هو النواة ، عادة تكون دائرية أو بيضوية الشكل . وتحاط بغشاء نووى واضح يتصل بغشاء البلازما وتقطعها ثقبو نووية تسمح لمحتويات النواة بالاتصال بالسيتوبلازم . يوجد الكروماتين داخل النواة ، ويبدو وكأنه على شكل حبيبات منفصلة ، ولكن هذه الحبيبات هي في الحقيقة أجزاء من حيوط حلزونية هي الكروموسوما . وأثناء انقسام الخلية يتجمع الكروماتين على هيئة عصي مرئية هي الكروموسومات التي لها القدرة على الازدواج ذاتيا خلال الأجيال المتعاقبة



شكل ٢ - ٢ : رسم تخطيطي للخلية الحيوانية . ليست كل الأجزاء المينة موجودة أو واضحة في خلية واحدة سواء كانت حية أو ميتة ومصبوغة. إلى أسفل ، رسم تخطيطي يوضح بناء وحدة الغشاء

للكروموسومات (شكل ١١ - ١٢) أهمية بيولوجية كبيرة لأنها تحتوي على العناصر (الجينات) التي توجه الانتقال الوراثي للصفات (فصل ١١ - ١٩). وتتحكم النواة في معظم أبيض الخلية، فإذا أزيلت فإن الخلية لا تستطيع أن تستمر في أنشطتها العادية وتموت بسرعة ولا يمكن للنواة المنفصلة أن تكون سيتوبلازم. تحتوي كل نواة على نوية كروية (واحدة أو أكثر)، تتدخل في أبيض البروتين النوى.



شكل ٢ - ٣ : صورة دقيقة بالميكروسكوب الإلكتروني خلية كاملة ومكوناتها . قطاع في أكودرم
 مئوسايدرية (أنكبوتيا) ، مكر ٦٠٠٠ مرة . يرى ميتوكوندريون أوضح في شكل ٢ - ٤ . تظهر النوية
 فقط في النواة عند الطرف العلوي الأيسر . (الصورة الدقيقة بواسطة Tames H Mc- Aleer ، معمل
 الميكروسكوب الإلكتروني ، جامعة كاليفورنيا ، بيركلي)

يحتوى السيتوبلازم على أنواع عديدة من التراكيب وهى عضيات الخلية ، يمكن رؤية بعضها
 تحت الميكروسكوب الضوئى ، والبعض الآخر لا يرى إلا بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني .

وهذه العضيات والتراكيب هي :

١ - جسم مركزي كروي يحوى على واحد أو اثنين من الحبيبات المركزية داكنة اللون (الصبغة) التي تلعب دورا في إنقسام الخلية .

٢ - مركب جولجي (أجسام أو جهاز) وهو غالبا ما يوجد قريبا من الجسم المركزي ، ويتكون من أكياس مسطحة ترتبط بأغشية متصل بقشاء البلازما . ويعتقد أن مركب جولجي يشارك في نقل المواد من وإلى الخلية ، وربما أيضا في تفاعلات بيوكيميائية معينة تتطلب أغشية مركز الإنزيمات .



شكل ٢ ٤ : صورة دقيقة بالميكروسكوب الإلكتروني لجزء من غلية بنكرياس الفأر ، مكبرة ١٥٠٠٠ مرة . لاحظ الفتيات المنحنية للداخل من الغشاء الداخلي للميتوكوندريون .
ماريلين ب فارجومو ، ستيفان ل ويسيج الدكاترة جامعة كاليفورنيا ، المدرسة الطبية ، سان فرانسيسكو)

٣ - الميتوكوندريا (السحجات) . توجد ككريات ، أو كإسطوانات دائرية النهايات ، أو كأكياس حجمها من ٠.٥ إلى واحد ميكرومتر (شكل ٢ - ٤) . تغطي بعشاء سمكه نحو ٥٠ أنستروم عشاء داخلي له ثيات وبروزات في الفراغات الداخلية ، وهذه الثيات الداخلية هي مكان الإبرمجات التي تتحكم في الأكسدة الأنفسية (فقرة ٢ - ٢٩) . تحتوي الميتوكوندريا أيضا

على DNA وهي مادة الوراثة ، ومادة لها علاقة بالمادة السابقة تسمى RNA (فقرة ٢ - ٢٧) .
والمكان الوحيد الآخر لل DNA في الخلية هو النواة .

٤ - الشبكة الإندوبلازمية عبارة عن مجموعة من الحويصلات متباعدة الشكل ومحاطة بغشاء (شكل ٢ - ٤) . يوجد نوعان من الشبكة الإندوبلازمية الخشنة والملساء . للشبكة الأندوبلازمية الخشنة جسيمات كروية عديدة . قطر كل منها يتراوح بين ١٠٠ و ١٥٠ أنجستروم من الجانب الداخلى . وهذه الجسيمات هي الريبوزومات وهي أماكن تصنيع البروتين . لا توجد ريبوزومات في الشبكة الأندوبلازمية الملساء .

٥ - الأنبيبات الدقيقة . وتظهر كألياف طويلة مجوفة . ويبدو أن لها دخل في الاحتفاظ بشكل الخلايا وبميكانيكية الحركة وخاصة في الإنقسام عبر المباشر .

٦ - الليزوزومات وهي أجسام محاطة بغشاء تحتوى على الأنزيمات المحللة .

٧ - الدهون . وتوجد على هيئة قطرات أو كمنح في البيض .

٨ - التجايف أو الحويصلات . وهي تجايف صغيرة مملوءة بسائل أو مادة حبيبية .

٩ - حبيبات الإفراز توجد بالخلايا وصفة خاصة في الخلايا الغدية وهي تتحول لتنتقل كإفرازات .

اهتمت الدراسات الأولى على الخلايا بالمظاهر الفيزيائية كما ترى في مقاطعات رقيقة مصبوعة . ولكن حديثا استحدثت طرق جديدة واهترعت آلات جديدة للبحث بواسطة الكيميائيين الحيوانيين لدراسة التفاعلات المستمرة في كل خلية حية . والخلية الدقيقة هي وحدة مدهلة حيث تُجرى على المواد الكيميائية الكثيرة التفاعلات والتغيرات عديدة النوع ، يتم بها تصنيع مواد جديدة ، واستخدام الغذاء والطاقة اللازمة للحركة والإفراز . والأنشطة الأخرى ، وتحويل المنتجات المتحللة إلى عينات غير ضارة . تصل درجة التعقيد في أى خلية إلى مصنع تكرير يتروّل كامل يدخل فيه خليط من الهيدروكربونات حيث تكرر وتغور ، بعضها لتوفّر والنشع ، وتقوم بتصنيع كثير من المركبات العضوية الجديدة اللازمة لأغراض مختلفة في حياتنا اليومية الحديثة .

إنقسام الخلية

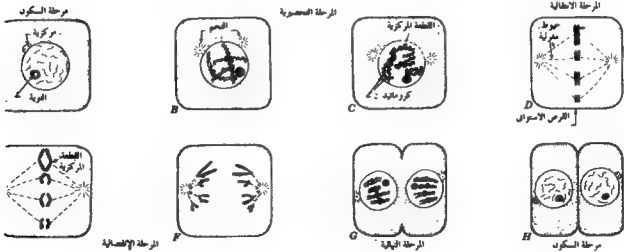
يصاحب النمو في الكائنات تصاعف الخلايا في نموها وحيدة الخلية . تصاعف الخيوانات نفسها ، وفي الخيوانات الأخرى يزداد عدد الخلايا في الفرد

٢ - ٤ الإنقسام غير المباشر (الميعزى)

تتضاعف الخلايا أساسا بواسطة الإنقسام غير المباشر ، وهو عملية معقدة ينتج عنها إنقسام بالتساوى للكروماتين النووي من حيث النوع والكم (أشكال ٢ - ٥ ، ٦ - ٧) . والإنقسام غير المباشر للحلية يوجد بصفة عامة في جميع الحيوانات . ويكون نشطا أثناء التكوين الجنيني ، والنمو ، وفي التام الجروح ، وفي استبدال غطاء الجسم عند الانسلاخ . وهى أيضا العملية التى تتم فى الأورام الخبيثة (السرطان) . وهى كما يشاهد فى الخلايا الحية ، عملية ديناميكية مستمرة ، ولكنها تنقسم لأعراض الدراسة إلى عدة مراحل كما يلى : (١) المرحلة التحضيرية ، (٢) المرحلة الإنتقالية ، (٣) المرحلة الإنفصالية ، و (٤) المرحلة النهائية . والخلية قبل الإنقسام توصف بأنها فى طور السكون حيث تتم مصاعفة المادة الوراثية .

المرحلة التحضيرية

يحتوى الجسم المركز عادة على حبيبتين مركزيتين (وإذا وجدت واحدة فإنها تنقسم) تتحركان إلى قطبي الخلية ، حول كل حبيبة مركزية تظهر فى السيتوبلازم ألياف مشعة قصيرة ودقيقة ، مكونة النجم ، كما تظهر ألياف مغزلية أطول تمتد بين الحبيبتين المركزيتين المتباعدتين .

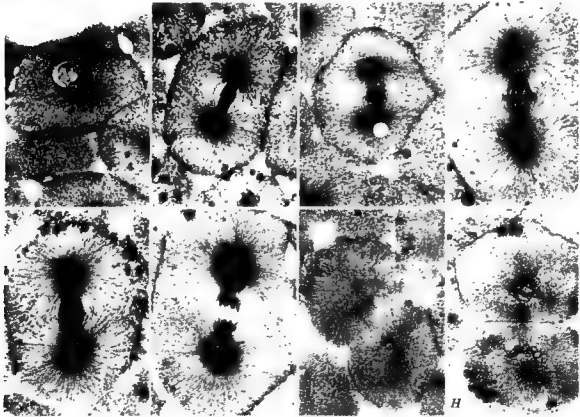


شكل ٢ - ٥ : رسم تخطيطى لمراحل الإنقسام غير المباشر ، انقسام خلية إلى إثنين .

فى هذه الأثناء يظهر الكروماتين داخل النواة ككروموسومات واضحة تقصر وتغلظ وتكون قائمة اللون . يتكون كل كروموسوم حقيقة من خيطين حلزونيين متجاذبين ومتوازيين يعرفا

بالكروماتيدين (الكروموسومات البنية) . في خلايا أى نوع من الحيوانات يكون للكروموسومات العديدة حجم وشكل مميز ، طويل أو قصير ، غليظ أو رفيع ، على شكل قضيب ، أو 3 أو ٧ . وقد بينت التحضيرات الميكروسكوبية الحيدة أنه يوجد اختناق أو نقطة (القطعة المركزية) عندها يلتحم ذراعاً (فرعاً) الكروموسوم ، وهى نقطة الإتصال بألياف المغزل . وقرب نهاية المرحلة التحضيرية يختفى الغشاء النووي والنوية ، ترتبط الكروموسومات بألياف المغزل وتتحرك في اتجاه المنطقة الإستوائية للخلية .

يكون العدد الكلى للكروموسومات الموجود في نهاية المرحلة التحضيرية هو العدد المضاعف . وهو ثابت ومميز لكل نوع من الحيوانات في جميع الخلايا ما عدا الخلايا الجرثومية الناضجة . ويتراوح عدد الكروموسومات من الحيوانات المختلفة بين ٢ و ٢٥٠ ولكنه يكون عادة أقل من ٥٠ .



شكل ٢ - ٦ : الانقسام غير المباشر (بلاستيولا) سمكة يعضاء المرحلة التحضيرية . (أ) ينقسم الجسم المركزى (ب ، ج) الأجسام المركزية عند الأقطاب المقابلة أصبحت الكروموزومات واضحة . يختفى الغشاء النووي . المرحلة الانضغالية . (د ، هـ) تتركز الكروموزومات في منتصف المغزل ، و (هـ) وينقسم كل كروموزوم إلى إثنين . المرحلة الانفصالية (و ، ز) تتحرك الكروموزومات في إتجاه الأقطاب ، يزداد المغزل طولاً ، الأجسام المركزية بقل وضوحها . المرحلة النهائية . (ح) يتكون الغشاء حول الكروموزومات ، بفعل سيولازم الحظيين بغشاء خلوى بينهما (الصورة الدقيقة بواسطة الدكتور هاتز ريس) (قارن شكل ٢ - ٥ .

المرحلة الانتقالية .

تترتب الكروموسومات شعاعيا في صفيحة إسوائية بعرض الخلية في منتصف المسافة بين النجمين ، ويتصل كل كروموسوم بألياف المغزل . وتمتد الألياف الأخرى متصلة بين القطبين . وهنا يظهر أنشطار الكروموسومات واضحا ، كل إلى نصفين .

المرحلة الانفصالية

تبتعد أنشطار الكروموسومات عن بعضها البعض ، كل مجموعة في إتجاه القطب الخاص بها (الحبيبية المركزية) . في الخلايا الحية توجد جذب نشط الأمام وللخلف للمجاميع المتقابلة عند انفصالها . ويحتوى كل كروموسوم ناتج على النصف نتما من المادة الوراثية التى كانت موجودة أصلا في كروموسوم واحد .

المرحلة النهائية

عندما تصل كل مجموعة من الكروموسومات الناتجة إلى القطب المقابل تصبح أقل وضوحا ، ويتكون غشاء نوى حول كل مجموعة ، كما تنشأ النوية في كل ، وتنقسم الحبيبة المركزية إلى إثنين ، ويختفى المغزل . وفي النهاية يظهر غشاء الخلية عبر المستوى السابق للصفيحة الاستوائية وعند إنتهاء هذا ، يكون الجزء المرئى من عملية الانقسام غير المباشر قد اكتمل . وتعود الكروموسومات في كل خلية ناتجة إلى الشكل الشبكي الذى يوجد في طور السكون أو الخلية الأيضية

إنقسام الكروماتين بالتساوى حيث تحصل كل خلية ناتجة على نصف الكروماتين الموجود في الخلية الأم له أهمية كبيرة من ناحية الوراثة (فصل ١١) ، حيث أن الجينات أو محددات الصفات الوراثية تحمل بواسطة الكروموسومات وتتضاعف معها . وهذا التقيسم يوزع كميات متماثلة من الجينات على جميع خلايا الجسم .

الأنسجة

تتكون أجزاء الحيوان عديد الخلايا من أنواع مختلفة من الخلايا . والخلايا ذات التركيب المتشابهة والوظيفة المتشابهة تترتب في مجاميع أو طبقات تعرف بالأنسجة . وعلى ذلك فالحيوانات عديدة الخلايا (ميتازوا) هى حيوانات نسيجية . تكون خلايا كل نسيج متشابهة بالضرورة ، لها حجم وشكل وترتيب مميز ، وهى متخصصة وتتميز من ناحية التركيب والفيولوجية لتؤدي وظيفة معينة مثل الحماية ، أو الهضم ، أو الانقباض ، حيث ينتج توزيع في العمل بين الأنسجة المختلفة . علم

الأنسجة أو التشريح الميكروسكوبى هو دراسة تركيب وترتيب الأنسجة في الأعضاء ، بينما يختص التشريح بدراسة الأعضاء والأجهزة العضوية بواسطة التشريح .

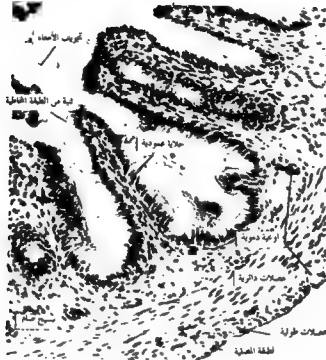
يمكن تقسيم الخلايا في الحيوان عديد الخلايا إلى (١) خلايا بدنية أو خلايا جسدية (ومنتجاتها) وهى تشكل الحيوان الفرد طوال حياته ، و (٢) خلايا جرثومية تعمل فقط في التكاثر واستمرارية النوع (فصل ١٠) . توجد أربعة مجموعات رئيسية من الأنسجة البدنية : (١) الطلائية أو الغطائية ، (٢) الضامة أو الدعامية (وتضم الوعائية أو الدوران) ، (٣) العضلية أو الانقباضية ، و (٤) العصبية .

٢ - ٥- الأنسجة الطلائية

تغطى الجسم من الخارج ومن الداخل كالجلد وبطانة القناة الهضمية (أنظر شكل ٢ - ٧ ، ٢ - ٨) . والخلايا متراسة وترتبط ببعضها بمادة سميتة خلالية لتقويتها ، وغالبا ما تتركز على عشاء قاعدى . من ناحية التركيب توجد خلايا (١) حرشفية أو مسطحة ، (٢) مكعبانية ، (٣) عمودية ، (٤) مهدبة ، أو (٥) سوطية . والنسيج إما أن يكون (٦) بسيطا حيث تنتظم فيه الخلايا في طبقة واحدة أو (٧) طبقيا تنتظم خلاياه في عدة طبقات . من ناحية الوظيفة يمكن للنسيج الطلائي أن يكون وقائيا ، أو غديا (إفرازيا) ، أو حسيا .

الطلائية الحارشفية البسيطة تتركب من طبقة من خلايا رقيقة مسطحة تشبه قرميد (بلاط) الأرضية ، مثل هذا الخلايا تكون البريتون الذى يطن تجويف الجسم ، والبطانة الداخلية للأوعية الدموية في الفقاريات . وتكون الطلائية الحارشفية الطبقة الطبقات الخارجية من حلد الإنسان (شكل ٣ - ١) ، وتبطن القم والأجزاء الأمامية من تجاويف الأنف . للطلائية المكعبانية خلايا تشبه المكعبات وتوجد في الغدد العرقية ، والأنبيبات الكلوية ، والغدة الدرقية . وتتكون الطلائية العمودية من خلايا طولها أكثر من عرضها ، تتجاور طوليا ، ويطن هذا النوع المعدة والأمعاء في الفقاريات (شكل ٢ - ٧) .

تحمل الخلية المهذبة على سطحها الحر واحدة أو أكثر من الزوائد البروتوبلازمية التى تشبه الشعرة تعرف بالأهداب . وهى تضرب في إتجاه واحد ، وتعمل الأهداب المتجاورة في توافق بحيث تحرك الجسيمات والمواد الصغيرة في إتجاه واحد . تبطن الطلائية المكعبانية المهذبة القنوات النوية في دودة الأرض وحيوانات أخرى . وتبطن الطلائية العمودية المهذبة أمعاء دودة الأرض ، وممرات الهواء (القصبة الهوائية ، الخ) في الفقاريات الأرضية . تعطى الأجنة والبرقات الصغيرة في كثير من الحيوانات المائية خلايا مهذبة يمكنها بواسطتها أن تسبح . للخلية السوطية (شكل ١٦ - ٣) زائدة سيتوبلازمية أو أكثر وهى رفيعة تشبه السوط وتوجد على سطحها الحر ، مثل هذه الخلايا تبطن التجاويف الهضمية في المهدرا والأسفنجيات .



شكل ٢ - ٧ : صورة دقيقة لجزء من قطاع عرضي في أمعاء الضفدع (الإثنى عشر) ، يوضح كيفية إتحاد أنواع عديدة من الخلايا والأنسجة لتكون عضواً .

تتمى الأنسجة الطلائية الوقاتية الحيوانات من الأذى الخارجى ومن العدوى وتتكون من طبقة واحدة في كثير من اللافقاريات ولكنها طبقية في الفقاريات الأرضية . وفي الحالة الأخيرة ، تنتج الطبقة العمودية القاعدية (طبقة جرثومية) طبقات متتابعة من الخلايا وذلك بالانقسام غير المباشر . وهذه الطبقات تتحرك في إتجاه الخارج وتتسطح ويفقد تكوينها البورتوبلازمى ليؤتة ليصبح قرنيا عندما يصل للسطح (شكل ٢ - ٨ هـ) . تفرز طلائية دودة الأرض وحيوانات لافقارية أخرى جليدا رقيقا متجانسا يغطى كل سطحها الخارجى .

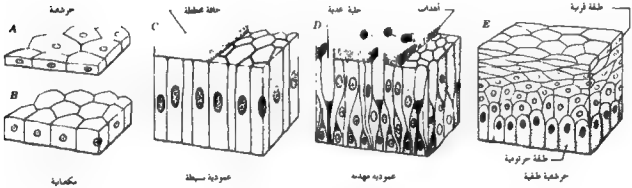
تتخصص الأنسجة الطلائية الغدية (شكل ٢ - ٩) في إفراز منتجات ضرورية للحيوان . والغدة وحيدة الخلية تكون الخلية فيها عمودية (خلايا كأسية) وتفرز المخاط وتوجد على سطح دودة الأرض وفي طلائية الأمعاء للفقاريات .

الخلايا الطلائية التى تخصصت في استقبال نوعيات معينة من المنبهات الخارجية تسمى خلايا حسية . مثل الخلايا التى توجد بين خلايا البشرة في دودة الأرض (شكل ٢٠ - ٣) ، وعلى اللسان وفي مجرات الأنف للإنسان (أشكال ٩ - ٨ ، ٩ - ٩) .

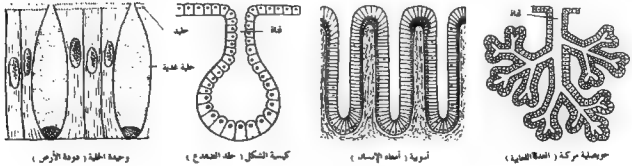
٢ - ٦ الأنسجة الضامة والدعامية

هذه الأنسجة تربط الأنسجة الأخرى والأعضاء ببعضها ، وتدعم الجسم (شكل ٢ - ١٠) . وهي تنشأ من خلايا ميزنكيمية جنينية لها زوائد بروتوبلازمية رقيقة . تتباين أنسجة هذه المجموعة فيما بعد في الشكل ، بعضها ينتج أليافا والمعص الآخر ينتج موادا حلالية (بين حلوية) ، وبذلك تكون الخلايا أقل وضوحا .

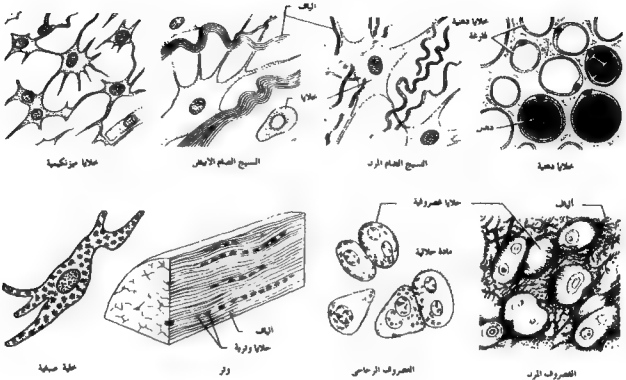
النسيج الشبكي هو عبارة عن شبكة من الخلايا التي لها حيوط ستوبلازمية قوية ومتشابهة ، وتملأ الفراغات التي بينها خلايا من أنواع أخرى . وهو يكون هياكل الأعضاء التي تنتج الدم مثل الغدة الليمفاوية ، والحاع الأحمر للعظم ، والطحال . ويتكون النسيج الضام اللين من خلايا مبعثرة دائرية أو متفرعة ، وتحتل الفراغات التي توجد بين الخلايا بواسطة ألياف هشة . تتكون



شكل ٢ - ٨ . أنواع الأنسجة الطلائية



شكل ٢ - ٩ : أنواع الأنسجة الغدية



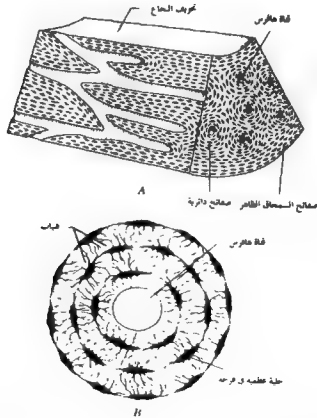
شكل ٢ : أنواع الأنسجة الداعمة

الألياف البيضاء (الغروية) من ليفات عديدة رقيقة متوازنة شاحبة اللون وغالبا ما تكون حلودها متموجة ، وتكون حزمها متصالب وتشابك ولكنها لا تتفرع . وتوجد بصفة عامة في الأوتار وحول العضلات والأعصاب . الألياف المرنة تكون محددة ببنية وقوية ، تنحني أو تتفرع ، وهي تربط الجلد بالعضلات التي تحتها ، كما تربط أسجة أخرى وأعضاء ببعضها البعض ، وتوجد في جدران الأوعية الدموية الكبيرة وأماكن أخرى . ويوجد الوعان من الألياف في جدار الأمعاء وفي الجزء العميق (الأدمة) من جلد الفقاريات . تكون الخلايا في النسيج الدهني مستديرة أو مضطعة ، ولها جدران دقيقة ، وتوجد البوابة في أحد حوالب الخلية ، وتحتوي الخلايا على قطرات من الدهن يمكنها أن تكون كريات أكبر . عادة ما يذوب الدهن في القطاعات الميكروسكوبية المحضرة ، والذي يتبقى هو هيكل تخطيطي للخلايا .

الوتر هو حزمة من الألياف البيضاء المتوازية محاطة بغمد من نفس المادة ، وللمغمد بروتات داخلية تكون حواجز أو فواصل . العصورف يتركب من مادة خلالية ثابتة ولكنها مرنة (غضروفين) تنرز بواسطة مجموعات من الخلايا العصورفية المستديرة المطمورة فيها ، ويحيط بالعصورف غشاء غضروفي ليفي رقيق . العصورف الزحاحي يكون أيضا مررقا ، وشفافا ، ومتجانسا . وهو يغطي أسطح المفاصل وبهايات الصلوع ، كما يوجد في الأنف وفي حلقات القصبة الهوائية . والعصورف الزجاجي يشكل الهيكل العنصري في أحة الفقاريات وفي القروش والقوبيات البالغة . ويمكن لهذا العصورف

أن يتشرب بأملح الكالسيوم دون أن يتحول إلى عظم . يحتوى الغضروف المرن على بعض الألياف الصفراء ويوجد في صيوان الأذن في الثدييات وفي أنابيب أو ستاكيوس . الغضروف الليفي هو أكثر الأنواع مقاومة ويتكون من كتلة من الألياف وقلة من الخلايا والمادة الخلالية ، ويوجد في الوسادات الموجودة بين فقرات الثدييات ، وفي الإرتفاق العائى ، وحول المفاصل التى تتعرض لثنى شديد .

العظم الحقيقى أو النسيج العظمى يوجد في هيكل الأسمك العظمية والفقاريات الأرضية (شكل ٢ - ١١) ، وهو يختلف عن الهياكل الجبرية التى توجد في اللافقاريات . والعظم هو مادة خلالية عضوية كثيفة (كولاجين أساسا) بها رواسب من الأملاح ، أكثرها فوسفات الكالسيوم الثلاثية ، كأم (فو أ ٤) ٢ ، وكربونات الكالسيوم ، كما ك أم ، وتصل نسبة الأملاح حوالى ٦٥٪ من الوزن الكلى . ويتكون العظم إما بأن يحل محل غضروف كان موجودا من قبل (عظم غضروفى) . أو يتبع الخلايا الميزنكيمية الجنينية (عظم غشائى) . والنوعان ينتجان بواسطة الخلايا العظمية . وتنفصل هذه الخلايا عن بعضها بواسطة المادة الخلالية الصلبة ولكنها تحتفظ بوصلات سيتوبلازمية دقيقة تتصل عن طريقها ببعضها البعض وبالأوعية الدموية . وعلى ذلك فالعظم هو نسيج حى يمكن



شكل ٢ - ١١ . تركيب العظم ، مكرر وعطيطى (أ) قطاع طولى وعرضى في عظم طويل . (ب) ثلاثة مصفحات دائرية حول قناة هافرس كما يظهر في قطاع عرضى . قارن شكل ٣ - ٤

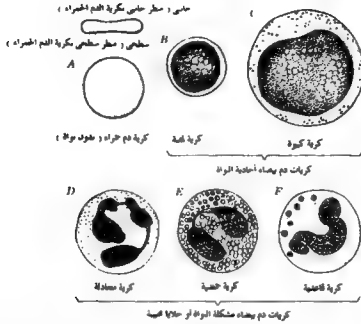
أن يعاد إمتصاص جزء منه أو يحدث تغير في تركيبية . وأثناء حياة الفرد تزداد نسبة العناصر تدريجيا وتقل المادة العضوية وبذلك يكون العظم لدنا في مقتبل الشباب وهشا في الشيخوخة .

ينغلي العظم (شكل ٣ - ٤) السمحاق الظاهر وهو ليفي رقيق وترتبط به العضلات والأوتار . داخل السمحاق الظاهر توجد الخلايا العظمية التي تقوم بوظيفة النمو والترميم وترسب المادة المعدنية في طبقات رقيقة أو صفائح . وتكون الصفائح التي تقع تحت السمحاق الظاهر موازية للسطح . في الداخل ، وفي عظام الثدييات الطويلة فقط ، توجد صفائح دائرية أنبوبية صغيرة مكونة بمجموع هافرس الاسطوانى ، يتكون جداره من كثير من هذه الصفائح وفي مركزه توجد قناة هافرس . وتكون هذه المجموع طويلة ولكنها تتصل عرضيا بفتحات تسمح بمرور الأوعية الدموية والأعصاب من السمحاق الظاهر إلى تجويف النخاع الداخلى للعظم . وتوجد الخلايا العظمية في فرجات صغيرة أو محافظ بين الصفائح ، وتوصل بين المحافظ فتحات مشعة تمتد فيها زوائد الخلايا السيتوبلازمية . في العظام المسطحة كعظام الجمجمة وأطراف العظام الطويلة ، لا يوجد بالداخل مجموعات منتظمة ويكون العظام إسفنجيا . في القطاعات العرضية المحصورة بنشر هذه العظام تظهر ألياف العظام مرتبة كأشعة في أقواس وأحزمة لمقاومة الضغط الذى يقع من الخارج . تظهر بالميكروسكوب في شريحة العظم الرقيقة المحافظ والفتحات التي تمتلئ بالهواء وتظهر سوداء بانكسار الضوء . ويمتلئ التجويف المركزى في العظم الطويل بالنخاع الأصفر الإسفنجي اللين (يحتوى على كثير من الدهن) . تحتوى نهايات هذا العظم وفجوات العظام الأخرى على النخاع الأحمر وهو مكان إنتاج خلايا الدم .

خلايا اللون أو الخلايا الصيفية هي المسئولة عن لون معظم الحيوانات .

٢ - ٧ الأنسجة الوعائية أو أنسجة الدوران

يعمل الدم واللمف على نقل وتوزيع المواد في الجسم ، ويتكونان من سائل البلازما المحتوى على خلايا حرة أو كريات (شكل ٢ - ١٢ ، حلول ٥ - ١) توجد خلايا الدم البيضاء غير الملونة في جميع الحيوانات التي توجد بجسمها سوائل ، بعضها يعمل على حماية الجسم بابتلاعها للبكتريا والمواد الغريبة الأخرى . ويطلق على عملية ابتلاع المواد البليعة ، وعلى الخلايا التي لها هذه القدرة الخلايا البليعية . بعض خلايا الدم البيضاء يمكنها أن تتحرك وأن تغير شكلها ولذا تسمى بالخلايا الأميبية (شبيهة الأميبا) . وخلايا الدم البيضاء المقدرة على إختراق جدران الأوعية الدموية وغزو أنسجة الجسم الأخرى . يحتوى دم الفقاريات أيضا على خلايا الدم الحمراء . وهى ملونة بصبغ أحمر هو مادة الهيموجلوبين الذى يستخدم في نقل الأوكسجين . وهذه الخلايا في الثدييات تكون عديمة النواة ، ومقمرة الوجهين ، وعادة مستديرة ، ولكنها في الفقاريات الأخرى ذات نواة ، ومعدبة الوجهين وعادة بيضوية . ينقل السائل البلازما معظم المواد التي يحملها مجرى الدم ، ويكون عديم اللون في الفقاريات ، ولكن سائل البلازما في بعض اللافقاريات يكون ملونا إما أزرق أو أحمر بواسطة صبغ التنفس المذاب (هيمو سيانين ، هيمو جلوبيين ، إلخ)



شكل ٢ - ١٢ : خلايا دم الإنسان كرية الدم الحمراء قطرها ٧,٥ um تقريبا أنوية كريات الدم البيضاء
دائكة (جدول ٥ - ١) .

٢ - ٨ الأنسجة العضلية أو المقبضة .

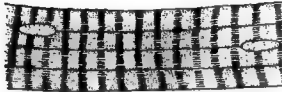
تم الحركة في معظم الفقاريات بواسطة خلايا عضلية طويلة ورفيعة (شكل ٢ - ١٣) تحتوي على ألياف دقيقة أو ليفات عضلية . عندما تنقبض أو تقبض في الطول أو تنقبض وبذلك تسحب الأجزاء التي تكون مرتبطة بها .

الليفات العضلة المخططة أقراص معتمة ومضيئة عرضية متبادلة مختلفة التركيب والكثافة ، ينتج عنها شكل مخطط عرضي . الأقراص المعتمة تقصر وتنسج عد الانقباض . الخلايا اسطوانية يصل قطرها إلى ٥٠ ميكرون ولكن بعضها يصل طوله إلى بوصة أو أكثر . وتحاط كل خلية بغشاء رقيق (صفيحة لحمية) وتحتوي على عدة أنوية طويلة . توحد في الفقاريات مجاميع من الخلايا العضلية المخططة محاطة بأغلفة من السيج الضام ، مكونة العضلات المختلفة الأشكال . وهذه الأغلفة إما أن ترتبط بسمحاق العظام الظاهر أو تتجمع مكونة أوتارا ترتبط بواسطتها العضلات مع الهيكل (شكل ٣ - ٥) . الانقباض المتزامن لكثير من الألياف يسبب قصر أو امتداحا للعضلة ، الشيء الذي يمكن رؤيته بسهولة في العضلة ذات الرأسين في العضد . ترتبط العضلة المخططة في الفقاريات بالهيكل ولذلك تسمى بالعضلة الهيكلية ، ولأنها تعمل بالإرادة الواعية فإنها تسمى أيضا بالعضلة الإرادية .

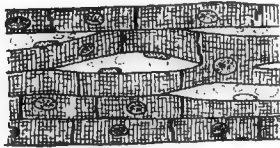
تتكون العضلة الغير مخططة أو اللساء من خلايا رقيقة معزلة الشكل تحتوي كل منها على نواة مركزية يضلوية وليفيات متجانسة وتترتب الخلايا في طبقات أو زقاق مرتبطة بسج ضام ليفي . وتوجد مثل هذه العضلة في الأعضاء الداخلية أو الأحشاء الموجودة في جسم الفقاريات ، كحدر



مُسَلَّسٌ أَوْ لَا يُرْتَابِي

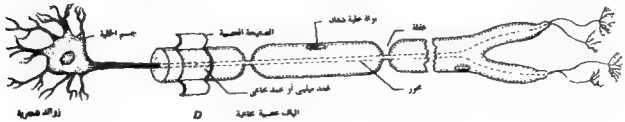
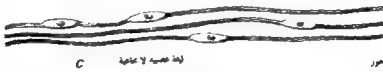
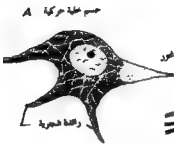


مُصَلِّصٌ أَوْ مُرْتَابِي



غَلِيَّةٌ

شكل ٢ - ١٣ : أنواع الخلايا والأنسجة الضامة



شكل ٢ - ١٤ . أنواع الخلايا العصبية

القناة العضوية ، والأوعية الدموية ، والمرات التنفسية ، والأعضاء البولية والتناسلية ، ولذلك تسمى أيضاً بالعضلة الحشوية . ولأنها لا تخضع للإرادة فيطلق عليها أيضاً العضلة الغير ارادية . في بعض الافقاريات الدنيا تكون الأجزاء المتقبضة والأجزاء البروتوبلازمية للخلايا واضحة كما يوجد في الحيطيات (شكل ١٧ - ١٠ ب) .

تمتاز العضلة غير المخططة بقدرتها على الانقباض مدة طويلة وان كان عملها بطيئاً . وهي تكون عضلات الجسم الإرادية في الرخويات . والعضلات المخططة لها القدرة على الانقباض بسرعة ولكنها معرضة للأنهاك وتحتاج لفترات راحة كثيرة . وتوجد في عضلات الأجنحة للحشرات سريعة الطيران ، وفي أجسام وأحشاء مفصليات القدم بصفة عامة ، وفي أجسام كل الفقاريات .

للعضلات القلبية خطوط عرضية رقيقة ، وأليافها متفرعة لتكون شبكة متصلة والعضلة القلبية مخططة ولكنها لا إرادية ، وطوال حياة الفرد تكون فترة راحتها الوحيدة بين الانقباضات المتتالية للقلب .

٢ - ٩ الأنسجة العصبية

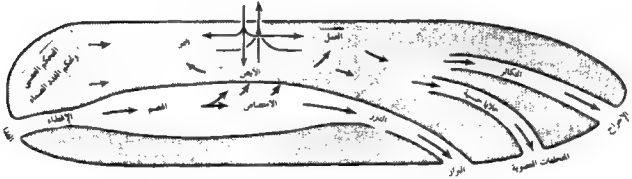
تتكون الأجهزة العصبية من خلايا عصبية ، وهي تختلف في الشكل في أجهزة الحيوانات المختلفة ، كما تختلف فيما بينها في الأجزاء المتعددة لنفس الجهاز . والخلية العصبية عادة لها حسم كبير به نواة واضحة ، وزائدتان بروتوبلازمتان أو أكثر . والزائدة التي تحمل النهايات لحسم الخلية في الفقاريات هي الزائدة الشجرية والزائدة التي تحمل السيل العصبي من الخلية هي المحور . في بعض اللافقاريات يمكن للزوائد أن تحمل السيل في الاتجاهين . في الحيوان الكبير تصل الخلية العصبية الواحدة إلى عدة أقدام في الطول . للخلية العصبية ذات القطيئ رائدة شجرية واحدة ومحور واحد أما الخلية العصبية عديدة الأقطاب فيكون لها وروائد شجرية عديدة ومحور واحد . وغالباً ما تكون الزائدة الشجرية قصيرة ويكون لها فروع كثيرة (مثل الشجرة) قريبة من جسم الخلية ، بينما يكون المحور اما قصيرا أو طويلا وغير متفرع فيما عدا ليفة جانبية وقفية . عندما توحد الخلايا العصبية بنائيتها الواضحة خارج الجهاز العصبي المركزي فإنه يطلق عليها عقدة . تكون مجموعة من الألياف أو الزوائد المربوطة ببعضها بنسيج ضام ، والتي تقع خارج الجهاز العصبي المركزي ، العصب . يتكون الجهاز العصبي المركزي للحيوانات من تجمع من الخلايا العصبية والألياف ، وبينها يوجد العراء العصبي الذي يتكون من أنواع كثيرة من الخلايا ، يبدو أنها تستخدم في حجز الخلايا العصبية متباعدة ويمكن أيضاً أن تساعد في تغذية الخلايا العصبية . تغلف الألياف العصبية بخلايا خاصة تسمى خلايا شفان . ويطلق على الألياف العصبية غير المحاطة بغطاء دهني (نفاخي) الألياف اللاخاعية وتبدو رمادية اللون . أما الليفة النخاعية أو الميلينية فلها محور محاط بغلاف من الميلين يحتوي على مادة دهنية تفرزها خلايا شفان ، ويبدو بيضاء . وكل ليفة من الوعين تغطى بفشاء رقيق يسمى الصفيحة العصبية يتكون من خلايا شفان ويساعد العزل الدهني للألياف العصبية في سرعة الانتقال العصبي ويبدو أن الصفيحة العصبية تلعب دوراً هاماً في تحدد الألياف العصبية المخططة .

وبمادة الميلىن اختلاطات على مسافات تسمى عقل رانفية وهى تشير إلى الحدود بين خلايا شفاان المتابعة . توجد الألياف اللائخاعية بصفة عامة فى اللافتاريات ، ولكنها فى الفقاريات توجد فى الجهاز العصبى الناقى (السيتولى) وفى مسارات الألياف فى الحبل الشوكى (داخليا) والدماغ (خارجيا) . تعطى الألياف النخاعية للأعصاب وللجزء الخارجى من الحبل الشوكى مظهرا مبيضا . ويكون إنتقال السيال العصبى أسرع فى الألياف النخاعية منه فى الألياف اللائخاعية .

الأجهزة العضوية .

لا بد لكل حيوان ، صغيرا كان أو كبيرا ، من أن يقوم بتشكيله من الوظائف الضرورية (شكل ٢ - ١٥) ، يمكن إختصارها فى الأساسيات التالية : النمو ، البقاء ، والتكاثر . وكلى الوظائف الأخرى تخدم هذه المتطلبات الأساسية . وحقيقة أن عمليات الجسم معقدة .

العصب (أوكسجين) - ثالى أو كسيد الكربون كـ ٢١



شكل ٢ - ١٥ : رسم تخطيطى للوظائف الأساسية فى الحيوان

٢ - ١٥ الأجهزة العضوية

فى المجموعات المختلفة لعالم الحيوان ، من الأقل تقدما إلى الأكثر تقدما ، توجد زيادة متتالية فى التعقيدات الجسدية لتقوم بالوظائف . ونشأت مجموعة من الأجهزة الجسمية لتخدم الاحتياجات المتنوعة . هذه الأجهزة ووظائفها الأساسية هى كالتالى :

- ١ - غطاء الجسم أو الجلد - حماية من البيئة .
- ٢ - الجهاز الميكلى - دعامة (وحماية) الجسم .
- ٣ - الجهاز العضلى - الحركة والتنقل .
- ٤ - الجهاز الهضمى - استقبال وتخضير الغذاء ، تبرز الفضلات .
- ٥ - الجهاز الدورى - نقل المواد .
- ٦ - الجهاز التنفسى - تبادل الأوكسجين وثانى أوكسيد الكربون .

- ٧ - الجهاز الإخراجى - التخلص من فضلات الأيض والسوائل الزائدة .
- ٨ - الغدد الصماء أو جهاز الغدد الصماء - تنظيم العمليات الداخلية ، والتوافق مع البيئة الخارجية .
- ٩ - الجهاز العصبي (وأعضاء الحس) - تنظيم العمليات الداخلية ، والتوافق مع البيئة الخارجية .
- ١٠ - جهاز التكاثر - إنتاج أفراد جديدة .

توجد الأجهزة في كثير من اللاقناريات وفي جميع الفقاريات . وفي بعض الأحيان تؤدي بعض الوظائف مع عدم وجود الأعضاء الخاصة بهذه الوظائف . فعلى سبيل المثال لا يوجد بالاسماك أعضاء للتنفس ، وللدوران ، وللأخراج ، وأيضاً لا توجد أعضاء تنمسية أو دورية في الديدان المفلطحة والمحيطيات . والعضو الذي يستمر في العمل يعاظم على قدرته ، ولكنه إذا لم يستخدم فإنه ينحل . في الحيوانات الحاملة وفي عديد من الطفيليات تختمى أعضاء مختلفة . ومن ثم فإن الدودة الشريطية التي تمتص غذاءها مباشرة من عائلها ، ليس لها قفا هضمية ، والبراغيث ، والقمل والحشرات الأخرى التي لها عادات طفيلية أو التي تعيش مطمورة ليس لها أجمعة .

المظاهر البيوكيميائية

٢ - ١١ كيمياء جسم الحيوان

كان يظن أن مواد وعمليات المادة الحية تختلف عن تلك التي توجد بالصخور والمعادن والمواد غير الحيوانية الأخرى . وقد أثبت عكس ذلك في ١٨٢٨ عندما حضرت اليوربا ، وهي منتج إخراجي في الحيوانات ، من سيانات الأمونيوم وهي مادة غير عضوية . وفي السوات التالية عرف الكثير عن كيميائية الحياة . أمكن تصنيع كثير من المواد العضوية في المعمل ، بعضها يشبه تماماً المواد الموجودة في النباتات والحيوانات ، ومواد أخرى كثيرة غير معروفة في الطبيعة . وبالتدرج حددت وعرفت التفاعلات المعقدة للمواد العضوية . وتخصص الكيمياء الحياتية بدراسة المركبات الموجودة في الخلايا الحية والسوائل ، وتبحث في فهم الظاهرة التي تسمى الحياة . البيولوجيا الجزيئية هي تبسيط كثير من المظاهر المفصلة لوظيفة الخلية (فقرات ٢ - ٣١ ، ١١ - ١٩) .

الميزات الفيزيكية

٢ - ١٢ المادة والوزن والجاذبية

يطلق على جوهر الكون والأرض والكائنات الحية لفظ المادة . أي نوع محدد من المادة يمكن أن يوجد في ثلاثة حالات فيزيكية وذلك تحت تأثير اختلاف درجة الحرارة والضغط وهذه الحالات هي : الحالة الصلبة ، والحالة السائلة والحالة الغازية . فيمكن للماء أن يوجد على هيئة ثلج صلب ، وماء سائل ، وبخار ماء . أصداف الحيوانات والهياكل هي غالباً صلبة ، وبلازما الدم ومعظم

محتويات خلايا الجسم تكون سائلة ، كما توجد الغازات في الرئتين أو مذابة في سوائل الجسم . فغالبا ما يتجوى الحيوان على المادة في حالاتها الثلاثة .

الكتلة أو كمية المادة في أى شيء أو جسم هي صفة أساسية. تجذب قوى معينة أى جسمين من المادة ، وتعتمد درجة الجذب على كتليتهما وعلى المسافة بينهما . ويعرف الجذب بين الأرض وأى حيوان أو شيء على سطحها أو قريب منها بالجاذبية ، وقيمة هذه القوة هي الوزن .

تحفظ قوة الجاذبية الحيوانات حذاء سطح الأرض أو أى شيء صلب يمكن أن توجد عليه الحيوانات . وتعمل الجاذبية بدرجة أسرع في الهواء عنها في وسط أكثف مثل الماء حيث تكون المقاومة للحركة أكبر . ويكون وزن الحيوان قليلا على القمر (كتلة صغيرة) ولكنه يكون أثقل بدرجة كبيرة على كوكب المشتري (كتلة كبيرة) وعلاقة حجم أى جسم مع وزنه منسوبا إلى معيار (مثل الماء) تسمى الثقل النوعي ، ويكون منخفضا في حالة الغازات ومرتفعا في المعادن مثل الحديد والذهب . وفي الحيوانات يحدد الثقل النوعي وخاصة علاقات السطح بالحجم عاداتها ويكون له تأثير على أنواع البيئات التي تستطيع الحيوانات المعيشة فيها . تستطيع الخفافيش ، والطيور والحشرات أن تطير وذلك بسبب إتساع أسطح أجنحتها ، وتسبح بعض اللافقاريات المائية وتطفو لأن أسطحها كبيرة بالنسبة لوزنها . يكون الثقل النوعي الفعال لأى حيوان مائى أقل منه في مثيلة من الحيوانات الأرضية وذلك لأن الأول يخف بمقدار وزن الماء الذي يزيحه .

بسبب صعة أخرى هي القصور الذاتي ، فإن الجسم في حالة السكون يميل إلى البقاء ساكنا ، بينما الجسم المتحرك يميل إلى الاستمرار في الحركة . ينسب القصور الذاتي مباشرة للكتلة . تحتاج عربة الطفل إلى قوة أقل للبدء في التحرك (متغلبة على القصور الذاتي) عن تلك التي تحتاجها السيارة ، ولكن حركة العربة تقابل بمقاومة سطحية أكثر وتميل للتوقف أسرع من السيارة الثقيلة . ونفس الشيء يوجد في الحيوانات . فالقصور الذاتي في الحشرة أقل منه في الدب ، وبذلك يمكنها أن تبدأ الحركة وتتوقف بسرعة أكثر . وفي غياب الجاذبية ، وعند عدم وجود احتكاك بالهواء أو الماء أو الأرض فيمكن للجسم المتحرك أن يستمر في الحركة إلى ما لا نهاية . ولكن على الأرض تتغلب مقاومة الأشياء المحيطة على القصور الذاتي للحركة . فالحيوان ، صغيرا كان أم كبيرا لا بد له من بذل مجهود للدفع للأمام لكي يستمر في الحركة .

٢- ١٣ تماسك والتلاصق

تعمل قوى أخرى مع الجسيمات ذات الأحجام التي لا يكشفها الميكروسكوب (جزيئات ، أنظر فقرة ٢ - ١٥) . التماسك يتم بحفظ الجسيمات التي من نفس النوع معا . والتلاصق يجمع الجسيمات مختلفة النوع . تماسك الجزيئات على سطح كمية من الماء (أو سائل آخر) ينتج تأثيرا يشبه الجلد المرن يسمى التوتر السطحي الذي يميل لجعل السطح أصغر ما يمكن في الإتساع . وهذا التوتر له قوة مرونة مقدرة تحمل أبرة نظيفة عندما توضع على السطح . فاجلت الماء وحشرات أخرى تستطيع المشي على سطح الماء لأن أقدامها تكون مغطاة بشمع غير قابل للبلل وبذلك لا يحطم قوة

التماسك . يلف التوتر السطحي ماء المطر ويجعله على هيئة قطرات ، كما تشكل الكميات الميكروسكوبية من الزيوت داخل الخلايا الحيوانية على هيئة قطرات بتأثير التوتر السطحي . التلاصق والتوتر السطحي هما المسؤولان عن رفع السائل داخل الأنبوبة الشعرية . والحشرة التى تقع بأجنحتها على بركة أو حوض قد لا تستطيع الطيران وذلك بسبب تلاصق أجنحتها مع الماء . كل الظواهر - الجاذبية ، والقصور الذاتي ، والتماسك ، والتوتر السطحي ، والتلاصق - تتدخل فى تركيب وعمليات جسم الحيوانات على المستوى الإجمالى والميكروسكوبى .

٢ - ١٤ الطاقة

إحدى المكونات الأساسية لعالمنا هي الطاقة ، القدرة على إنجاز العمل . كل أنشطة الكائنات الحية تستلزم وجود الطاقة . على سبيل المثال . حركات الحيوانات ، الهضم وأستخدم الطعام ، وتوصيل السائل العصبي . يمكن للطاقة أن تظهر بعدة طرق : الحركة مثل طيران الحشرة السخونة وهى زيادة درجة الحرارة (ويرجع ذلك إلى الحركة العشوائية للجسيمات داخل المادة) ، التغير الكيميائى أو التفاعل كما يحدث فى هضم الطعام ، التيار الكهربى ، سريان السيل العصبي فى عصب ، والضوء ، نقل وحدات تسمى فوتونات . كل هذه النماذج ، والتي يمكن أن تتحول بعضها إلى بعض ، يطلق عليها الطاقة الحركية . ويوجد نوع آخر تسمى الطاقة الكامنة أو طاقة الوضع . اليد أو القدم المرفوعة يكون لها طاقة كامنة ولكن عندما تتأرجح لإلقاء أو ركل كرة تتحول إلى طاقة حركية . وطبقا لمعادلة أينشتاين ($E=Mc^2$) فإن المادة والطاقة يمكن أن تتحول من بعضها للبعض الآخر ، ولكنها ظاهرة الانشطار النووى ، ومثل هذه الطاقة الذرية ، التى تعتبر النوع الثالث ، نادرة الوجود فى الكائنات الحية .

تحويل الطاقة بحكمة قانونان . ينص القانون الأول للديناميكا الحرارية على أن الكمية الكلية للطاقة تبقى بدون تغير فى أى جهاز مقفل . فى أى حيوان تستهلك الطاقة التى يحصل عليها من الطعام فى الحركة ، والهضم ، والعمليات الجسدية الأخرى ، أو تفقد كحرارة مشعة فى البيئة .

فى الواقع ، لم يفقد شيء من الحرارة إلى النظام البيئى الذى يكون الحيوان جزء منه .

وينص القانون الثانى للديناميكا الحرارية على أن الحرارة هى النتيجة النهائية لكل تحولات الطاقة وأن كل أشكال الطاقة يمكن أن تتحول كلية إلى حرارة ، ولكن الحرارة لا يمكنها أن تتحول إلى الأشكال الأخرى للطاقة . والطاقة التى يحصل عليها الحيوان تتحول بتنوع فى النظام الداخلى للجسم ، ولكن كل الطاقة التى تستخدم فى الحركة ، والاحتكاك ، والتحويلات الكيميائية وحتى فى السيل العصبي تصير فى النهاية حرارة تفقد إلى البيئة .

فى التحليل الأخير ، تستمد الطاقة فى العالم من الشمس . والاشعاع الشمسى هو المسئول عن تكوين ونمو النباتات التى تتحدد عليها عمليا كل الحيوانات (فصل ١٢) .

٢ - ١٥ تركيب المادة

من الخبرة اليومية يمكننا التعرف إلى آلاف الأنواع من المواد التي تسمى - ماء ، حديد ، سكر الخ . وبالفحص المجرد لا يمكن التوصل إلى أن هذه المادة نقية - من نوع واحد - أو خليط من ملوثين أو أكثر . فالماء العادي ، على سبيل المثال ، يحتوي عادة على الأوكسجين (غاز) والأملاح (مواد صلبة) مذابة . وللمعرفة الصفات الحقيقية للماء فقط يجب التخلص من المواد الأخرى . يختص علم الكيمياء بتركيب وتكوين المواد ، والتفاعلات التي تجريها هذه المواد .

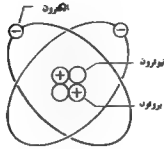
بين البحث الكيميائي أن كل نوع من المادة النقية يتكون من وحدات تركيبية فوق ميكروسكوبية تسمى الجزيئات . وبدوره ينشأ كل جزيء من عنصر كيميائي واحد أو أكثر . والعنصر هو مادة يمكن تجزئتها إلى صورة أبسط الوسائل الكيميائية العادية . تسمى جسيمات العنصر بالذرات وهي قوالب البناء الأساسية ، وتشابة ذرات كل عنصر . يتكون جزيء الماء من ذرتين من عنصر الأندروجين وذرة واحدة من عنصر الأوكسجين . ولسهولة تفرير الحقائق الكيميائية ووصف التفاعلات الكيميائية فقد استبدلت أسماء العناصر برموز : يد للأندروجين ، أ للأوكسجين ، ك للكربون ، وهكذا وعلى ذلك أصبح رمز جزيء الماء يد أ_٢ ، ولفاز الأكسجين أ_٢ ، ولسكر المائدة المعروفة ك_{١٢} يد أ_{٢٢} ١١ . مجموع العناصر الكيميائية التي توجد في الطبيعة ، والتي أمكن التعرف عليها وتسميتها ودراساتها هو ٩٢ كما أمكن تحضير ١١ عنصر إضافيا في المعمل ، وبذلك يكون المجموع ١٠٣ .

بالطرق غير المباشرة ، أمكننا معرفة أن الذرات بدورها ، تتكون من جسيمات صغيرة جدا . ولا يستطيع أى إنسان أن يرى الجزيئات والذرات والمكونات الأصغر وكل جسيمات فوق ميكروسكوبية ، ولكن بتجارب فيزيقية دقيقة والحسابات أمكن تحديد أوزانها ، ومعرفة شحنتها الكهربائية وحساب سرعة ارتعاشها . ومن هذه النتائج وغيرها من الحسابات أمكن تصور البنيان التركيبى للجزيئات والذرات ، كما أمكن عمل نماذج لكثير منها .

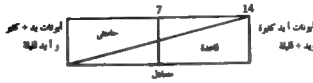
٢ - ١٦ الذرات

بصفة عامة اعتبرت الذرة على أنها كروية لها نواة مركزية حولها جسيم واحد أو أكثر تسمى الألكترونات تدور في مدارات (شكل ٢ - ١٦) . يشبه بنيان الذرة على وجه التقريب جهازنا الشمسى بشمس في المركز (نواة) والكواكب الدوارة (الألكترونات) . وفي الحالتين يوجد فراغ كبير بين المكونات . إذا أمكن تكبير الذرة حتى يصل قطرها إلى ١٠٠ قدم فإن مقطع النواة قد يصل إلى $\frac{1}{100}$ بوصة . حول النواة تدور الألكترونات بسرعة لدرجة أنها تظهر كفضاوة باهتة .

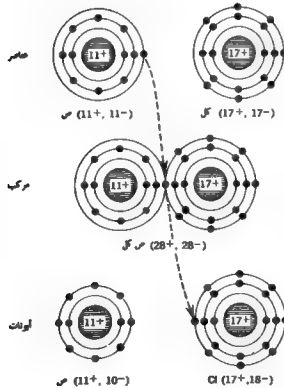
تتكون النواة من البروتونات ، ويحمل كل منها شحنة موجبة واحدة ، ومن نيوترونات عديمة الشحنة . ولكل بروتون موجب الشحنة في النواة ، يوجد إلكترون سالب الشحنة في إحدى المدارات . وعلى ذلك فإن الذرة كلها تكون متعادلة حيث أن الشحنات الموجبة تسوى الشحنات السالبة .
























شكل ٢ - ١٦ : نموذج للتركيب المقترح للذرة المهيوم



شكل ٢ - ١٩ : مدى الرقم الإندروجيني



شكل ٢ - ١٨ : الاتحاد الكيميائي ثم التفكك . العناصر.. كل له شحنت موجبة تساوى شحنة السالبة . الصوديوم (ص) ، له إلكترون واحد في المدار الخارجي ، الكلورين (كل) يقبض إلكترون في مداره الخارجي . المركب هو كلوريد الصوديوم (ص كل ، ملح المائدة) مستقارهما إلكترون واحد . التفكك . عندما يلدوب المركب في الماء فإنه يتفكك إلى أيونات كل له مدار خارجي كامل ، أيون الصوديوم له شحنة واحدة موجبة ، وأيون الكلورين له شحنة واحدة سالبة .

 <p>هـ هيدروجين</p>							 <p>هـ هيليوم</p>
 <p>Li ليثيوم</p>	 <p>Be بريليوم</p>	 <p>B بورون</p>	 <p>C كربون</p>	 <p>N نيتروجين</p>	 <p>O أكسجين</p>	 <p>F فلور</p>	 <p>Ne نيون</p>
 <p>Na صوديوم</p>	 <p>Mg مغنسيوم</p>	 <p>Al ألومنيوم</p>	 <p>Si سيلكون</p>	 <p>P فوسفور</p>	 <p>S كبريت</p>	 <p>Cl كلور</p>	 <p>Ar أرجون</p>
 <p>K بوتاسيوم</p>	 <p>Ca كالكسيوم</p>	 <p>Fe حديد</p>					

شكل ٢ - ١٧ : الجزء الأول من الجدول الدوري بين تركيب الذرات . العدد الذي يوجد في المركز يمثل النواة وحجمها الموجبة - العدد الذري . تمثل النقاط السوداء الصغيرة الإلكترونات السائرة سالبة الشحنة في مداراتها . تقدم الذرات ، ذرات عناصر شائعة (ك ، يد ، ا ، ن) أو ضرورية (ص ، يو ، الخ) في المادة الحية ، وبعضها يوجد في كميات ضئيلة كعناصر أثرية (ح ، ص ، الخ) . أستعملت خمسة أنواع من الذرات بين الكالسيوم والحديد .

تختلف ذرات العناصر الكيميائية المختلفة من عنصر لآخر في عدد النيوترونات ، والبروتونات والإلكترونات التي تحتويها كل منها (شكل ٢ - ١٧) . إتحد العناصر الكيميائية لتكون المركبات (الجزيئات) تستند على إنتقال أو مشاركة الإلكترونات بين نوع من الذرات ونوع آخر (شكل ٢ - ١٨) .

تحتوي الأنواع المختلفة من الذرات على ١ - ٧ مدارات متراكزة ، أو قشور ، كل عليها إلكترون

واحد أو أكثر . يمكن ترتيب العناصر في جدول دورى طبقا لعدد البروتونات التى تحويها ذرة كل عنصر فلايدروجين بروتون واحد ، وعلى ذلك فإن عدده الذى يكون واحدا ، وللhelium اثنتان ، وللصوديوم ١١ ، وهكذا . الوزن الذرى هو عدد ثابت خاص لكل نوع من الذرات منسوب إلى الكربون (١٢) كعيار . وهو يساوى تقريبا مجموع البروتونات والنيوترونات فى النواة . ومن الناحية العملية تعتبر الألكترونات عدداً الوزن . وكأمانة للأوزان الذرية : الأليدروجين ، والكربون ١٢ ، والصوديوم ٢٣ ، واليورانيوم ٢٣٨ .

لكل ذرات العنصر نفس العدد الذرى ولكنها تختلف فى الوزن الذرى لأن بعضها يحوى على نيوترونات أكثر من الأخرى .

يكون للنظير بالضرورة نفس الصفات الكيميائية للعنصر الأصل ولكنه يختلف فى الوزن الذرى . توجد أنواع محددة من النظائر تطلق الكترونات أو إشعاع كهرومغناطيسى ولذلك يقال عليها نشطة أشعاعيا ، بعضها يمكن إنتاجه إصطناعيا والبعض الآخر يوجد فى الطبيعة . الكربون ١٤ (الوزن الذرى) هو نظير شبة بالضرورة نتيجة الكربون ١٢ ، ولكنه نشط إشعاعيا ويمكن أن يدمج فى مادة تحتوى على الكربون ويطلع به حيوان أو يحقن فيه ، وبذلك يمكن متابعة مسار هذا النوع من الذرات فى أجزاء الجسم المختلفة بواسطة جهاز يسجل النشاط الإشعاعى مثل عداد جايجر . يمكن لنظائر أخرى أن تصبح نشطة إشعاعيا من خلال إطلاق طاقة نووية (إشعاع حاما) . استخدام النظائر فى الأبحاث على النباتات والحيوانات يفيد فى إيضاح بعض التفاصيل الأساسية والثيقة الخاصة بعملية الكيمائية .

٢ - ١٧ الأيونات والألكتروليتات والمركبات

إذا كان المدار الخارجى يحوى على الكترونات أقل من نصف العدد الكلى الذى يمكن للمدار أن يحمله فإن هذا يمكن أن يفقد الكترون أو أكثر ، وإذا كان يحوى على أكثر من النصف فإنه يمكنه أن يحصل على الكترونات . التغير فى عدد الألكتروليتات بغير الطبيعة الكهربائية للذرة ، فعندما نحصل على الكترونات فإنها تصبح سالبة ولكنها عندما تفقد أيا منها فإنها تصبح موجبة . وتسمى الذرة المتفجرة بالايون ، مع زيادة الألكتروليتات تصبح أيون (أيون سالب - تحمل شحنة سالبة وتحرك فى المجال الكهربائى فى إتجاه الأنود أو القطب الموجب) ، ومع نقص الألكتروليتات تصبح كاتيون (تتحرك فى إتجاه الكاثود أو القطب السالب) المادة التى تنتج عن التحام نوعين أو أكثر من الذرات أو الأيونات تسمى المركب (شكل ٢ - ١٨) . اتحاد الماء مع مركب كيميائى مذاب فيه يسمى محلول . والمركب الذى يتفكك إلى أيونات وكاتيونات ، عندما يذاب فى الماء ، يكون محولا يحصل التيار الكهربائى . وعلى ذلك فإن أى مركب كيميائى يتفكك إلى أيونات فى الماء يسمى الكتروليت . وأى مركب كيميائى يتفكك فى الماء منتجا أيونات الأليدروجين (بروتونات يد⁺) يسمى حامض . مثل حامض الأيدروكلوريك (يد كل) ، حامض الخليك (فى المحل) ، حامض اللبنيك (فى اللبن الحامض) ، وحامض الكبريتيك (يد ٢ كب ٤) . القاعدة أو القلوى هى

مركب ينتج في الماء أيونات هيد⁺ أو يقبل بروتونات . القلويات (ص أيد أو يو أيد) والأمونيا المألوفة (ن يد أيد) هي أمثلة معروفة . الأحماض والقلويات المركزة تركيزا قويا تكون مهيجة وحارقة للجلد وللأغلفة الرقيقة للعيون والقم .

قوة الحمض أو القاعدة تُحدد بواسطة العدد النسبي لأيونات الإيدروجين (يد +) وأيونات الهيدروكسيل (أيد⁻) الموجودة في المحلول . وهذه توضح بواسطة مقياس يسمى PH (الرقم الأيدروجيني) . وبهذا المقياس فإن القيمة ٧ تدل على التعادل أى أن تركيز يد⁺ وتركيز أيد⁻ متساويان . كلما انخفض رقم المقياس تزداد أيونات الأيدروجين ويقوى الحمض . وعلى العكس كلما ازداد رقم المقياس ازداد تركيز أيونات الهيدروكسيل وبذا تقوى القاعدة . يبدأ المقياس عند الصفر وينتهي عند الرقم ١٤ (شكل ٢ - ١٩) . معظم سوائل جسم الإنسان يكون رقمها الأيدروجيني قريبا جدا من الرقم ٧ . والرقم الأيدروجيني لدم الإنسان هو حوالى ٣ و ٧ أى إنه قلوى خفيف . عندما يخلط الحمض والقاعدة ينتج ملح وماء . تلتحم أيونات الأيدروجين والهيدروكسيل مكونة الماء (يد⁺ أ⁻) ثم تندمج باقى الأيونات مكونة مركبا جديدا هو الملح . وعلى سبيل المثال ، عندما يمزج حمض الأيلروكلوريك (يد كل) وأيدروكسيد الصوديوم (ص أيد) في محلول تتكون النتيجة مركب كلوريد الصوديوم (ص كل) وماء . فقد حل أيون معدن الصوديوم محل أيون الأيدروجين في الحمض . وهذه العملية هي التفاعل الكيميائى ويمكن أن تشرح بالرموز كمعادلة كيميائية كالآتى :



ويشير السهم إلى اتجاه التفاعل لو كان التفاعل منمكسا ، كما هو الحال في كثير من التفاعلات البيولوجية التى تتم في الكائنات الحية ، فيستخدم رمز ثنائى .

٢ - ١٨ الخالط

عندما تخلط مادة مع أى سائل ، فإن النتيجة تكون إما محلولا ، أو عالقا أو غروائيا . في المحول تصبح جزيئات أو أيونات المادة المذابة (المذاب) موزعة بالتساوى في جزيئات السائل (المذيب) . تكون كثير من الأحماض ، والقواعد والأملاح ، ومركبات أخرى (على سبيل المثال ، السكريات) محاليل حقيقية يتخفى فيها المذاب بسرعة عن النظر ويصبح المذيب رافقا . ويمكن إذابة السائل في سائل آخر مثل إذابة الكحول في الماء ، كما يذاب الغاز في السائل مثل الأوكسجين في الماء . ولكن إذا كانت الجسيمات المنتشرة كبيرة الحجم (مجاميع من الجزيئات) ، ولا تنوب فينتج العالق ، فخلط الطمى والدقيق في الماء يؤدى إلى ناتج معكروى ، إذا ترك ساكنا فإن المحلول يروق ببطء حيث أن الجسيمات تترسب في القاع . المستحلب هو مخلوط من سائل وجسيمات دقيقة أو قطرات من سائل آخر ، ومن أمثلة ذلك اللبن الذى يحتوى على قطرات من القشدة (دهن الزبد) والمايونيز (زيت ، وخل ، ويضئ فيء)

الفراوانى ينتج عندما تكون الجسيمات متوسطة الحجم - كبيرة إلى الدرجة التى لا تدخل فى المحلول وصغيرة إلى الدرجة التى لا ترسب فيها . الفراء هو مادة غروانية تتكون من جيلتين حوائى فى الماء حيث تبقى الجسيمات عالقة لزمان غير محدود . ويسمى الماء المادة الخلالية (الحالة المستمرة أو الخارجية) وتسمى المادة الأخرى بالهوى (الحالة المنتشرة أو الداخلية) . وقطر الجسيمات الفراوانية يتراوح بين $\frac{1}{1000}$ إلى $\frac{1}{1000000}$ م ، وهى أكبر من معظم الجزيئات الكيميائية ولكن لا يمكن رؤيتها بالميكروسكوب العادى . ينتج عن أقسام المادة إلى جسيمات دقيقة زيادة ضخمة فى نسبة المساحة إلى الحجم . فإن السنتيمتر المكعب الصلب من أى مادة له سطح يساوى ٦ سم^٢ (نحو بوصة مربعة) ولكنه عندما ينتشر كجسيمات قطرها $\frac{1}{1000000}$ م فإن مجموع سطحها يصل إلى ٦٠٠٠ متر مربع أو $\frac{1}{8}$ أكر . وللأسطح الكبيرة التى تنتج عن الانتشار الفراوانى فى المادة أهمية للتغيرات الكيميائية التى تتم بنجاح بصفة مستمرة فيها . الفراوانيات لا يمكنها الانتشار خلال الأغشية (فقرة ٢ - ١٩) ، وعند تحفيظها تتحول إلى كتل ليس لها شكل محدد . وعلى العكس فالبلورانيات (مثل الملح أو السكر) تنتشر بسهولة وعندما تحفّف ينتج عنها بلورات لها بناء منتظم ومميز . وتوجد الفراوانيات إما فى صورة نصف صلبة هلامية أو فى صورة سائلة (مثل الجيلاتين فى الماء عندما يكون بارداً وعندما يسخن) . نجد فى المادة الحية وهى غراوانية جداً أن هذه الحالات يمكن أن تبدل خلال العمليات الأيضية .

٢ - ١٩ الانتشار والأسموزية

جزيئات أى نوع من المادة تكون فى حركة مستمرة ، وإختلاف حالات المادة - صلبة ، سائلة أو غازية - ينتج عن الدرجة النسبية للحركة المتاحة . فى المواد الصلبة مثل الحديد والقرميد ، يكون مجال الحركة صغيراً جداً . عندما نزداد الحركة تكون المادة سائلة ، ويزيادة أكثر تكون غازية . فى السائل أو الغاز تتحرك الجزيئات فى كل الاتجاهات حتى تتوزع توزيعاً متساوياً داخل الفراغ المتاحة باستخدام قوة التكبير العالية فى الميكروسكوب تشاهد الجسيمات الدقيقة فى العالق فى حركة براونية ، لإهتزازية تنتج عن قذف الجسيمات بجزيئات من العلق .

حركة الجزيئات من وسط ذى تركيز أعلى إلى آخر ذى تركيز أقل تسمى الانتشار . إذا أطلق غاز ذو رائحة (مثل كبريتيد الإيدروجين) فى أحد أركان حجرة ، فإنه ينتشر بسرعة ويمكن شمه فى أى مكان فى الحجرة . وعندما يوضع السكر أو الملح فى الماء فإنه يذوب بسرعة ، وتنتشر جزيئاته أو أيوناته إنتشاراً متجانساً فى الماء ، ويمكن التأكد من ذلك بسحب قطرة بواسطة ماصة من أى جزء من المحلول وتذوقها .

القوى التى تطرد جزيئاً بعيداً عن الآخر ينتج عنها ضغط انتشارى يتناسب مع عدد الجزيئات الموجودة فى وحدة الحجم ، إذا تواجد غازان فى وعاء فسيشتريان بالتساوى ويكون الضغط الكلى هو مجموع الضغطين الجزئيين . وبفس الطريقة يوجد ضغط إنتشارى فى المحلول عندما تذاب كمية من أى مادة فى سائل .

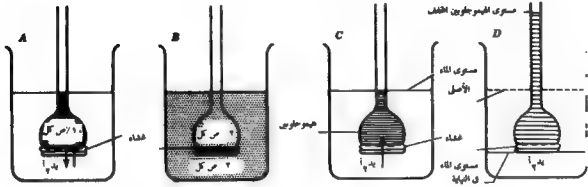
عندما يقسم وعاء يحوى على الماء بواسطة حاجز معدنى ، يمكن حينذاك إذابة السكر فى خانة والملح فى الخانة الأخرى ، ولكن المحلولين لا يمتزجان . ولكن عند إستخدام حاجز من الكولوديون ، أو السلوفان أو الرق ، فإن السكر سينتشر خلال هذا الحاجز من الخانة الأولى إلى الثانية ، وسينتشر الملح فى الاتجاه العكسى . وسيعمل الحاجز الرقيق كغشاء منفذ له ثقب تحت ميكروسكوبية تسمح بمرور جزيئات السكر والملح . تحاط كثير من التراكيب الدقيقة فى أجسام الحيوانات بواسطة أغشية شبه منفذة وهى إنتقائية فى عملها . مثل هذه الأغشية هى التى تنظم مرور المواد الغذائية ، والغازات التنفسية ، والمواد الضرورية الأخرى ، والمخلفات بين أجزاء الجسم . بعض الأغشية يسمح بمرور الجزيئات الكبيرة أكثر من الأخرى ، ويختلف معدل المرور باختلاف نوع الغشاء ، وأنواع وكميات المادة على جانبيه .

عندما توضع محاليل مواد مذابة مختلفة التركيز على جانبي غشاء منفذ ، فإن إختلاف الضغط الانتشارى ينتج عنه تبادل للماء وللمواد المذابة خلال الغشاء حتى يحدث الأتزان (يتساوى الضغط الانتشارى) على الجانبين . إنتشار الماء خلال غشاء شبه منفذ يسمى الاسموزية (يطلق بعض العلماء هذا اللفظ أيضا على أنتشار المواد المذابة) . عندما يتساوى سائلان فى تركيز المواد المذابة فيما فإيهما يسمىان متساويي التركيز . تحضر المحاليل التى تستخدم فى غمر الخلايا والأنسجة الحية للدراسة بحيث تكون متساويي التركيز مع السوائل الطبيعية التى تحيط بهذه الأنسجة فى الجسم ، من حيث أنواع وكميات الأملاح الأساسية (٩٠ ٪ ص كل لدم وأنسجة الثدييات ، الخ) . والمحلول الأقل تركيزا له تركيز منخفض من المواد المذابة عن ذلك الذى يوجد فى المادة التى يقارن بها ، بينما يحوى المحلول الأكثر تركيزا على تركيز أعلى .

يمكن لإيضاح الإنتشار والأموزية بإجراء تجربتين (شكل ٢ - ٢٠) تستخدم فيهما أغشية شبه منفذة إسطناعية (كولوديون أو سلوفان) . تغطى نهاية أنبوبة رفيعة بغشاء شبه منفذ وتقلب فى كأس . يوضع فى الأنبوبة محلول ملح ١٠ ٪ (ص كل ، وزنه الجزيئى ٥٨) ، ويوضع بالكأس ماء نقي (أ). سينتشر بعض الملح خلال الغشاء من الأنبوبة إلى الكأس ، وسينتشر بعض الماء من الكأس إلى الأنبوبة حتى يحدث الإتزان وذلك بتساوى كميات الملح والماء فى كليهما (ب). عندما يوضع محلول من الميموجلولين فى الأنبوبة (ج) فإن الماء سيتحرك من الكأس إلى الأنبوبة بواسطة الاسموزية ، وبذلك سيرتفع مستوى السائل فى الأنبوبة وسينخفض فى الكأس (د). ويحدث هذا لأن جزيئات الميموجلولين كبيرة جدا (الوزن الجزيئى من ٦٣٠٠٠ إلى ٦٨٠٠٠) فلا يمكنها المرور خلال ثقب الغشاء . وتوضح هذه التجارب العمليات التى تتدخل فى إنتقال المواد عبر أغشية الخلايا الحية فى أجسام الحيوانات .

ولو أن الأموزية تعنى إنتقال بعض المواد عبر الأغشية فى جسم الحيوان ، مثل مرور الأوكسجين من الرئتين إلى الدم ، إلا أنها لا تختص بكل أنواع الإنتقال. ففى كثير من الحيوانات تنتقل مواد معينة من مناطق ذات تركيز قليل إلى أخرى ذات تركيز مرتفع . وهذه الحركة التى تتم ضد تركيز أعلى تسمى الانتقال النشط . وهذا النوع من الانتقال يتطلب بذل الطاقة التى يتحصل عليها من عملية

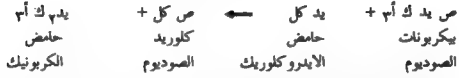
التنفس الخلوى (فقرة ٢ - ٣١) . وحقيقة هذه الميكانيكية غير معروفة بالكامل .



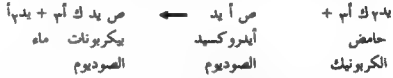
شكل ٢ - ٢٠ : الإنتشار البسيط والأمهوزية . إلى اليسار (أ) تحوى نهاية الأنبوبة الرفيعة على محلول ملح ١٠٪ وتبقى بمشء منفذ ومقربة في كأس به ماء نقى (ب) يتنشر الملح خارجا خلال الغشاء ، ويتنشر الماء إلى الداخل حتى يصبح المحلول متساوى القوة على الجانبين (التوازن إلى اليمين . (ج) محلول الميموجلوتين فى الأنبوبة ، والماء النقى فى الكأس . (د) جزيئات الميموجلوتين كبيرة جدا فلا تستطيع أن تمر خلال ثقب الغشاء شبه المنفذ ، ولكن الماء يتنشر للداخل ، مخففا محلول الميموجلوتين ، فترفع مستوى السائل فى الأنبوبة وينخفض فى الكأس .

٢ - ٢٠ المنظمات

يستطيع البروتوبلازم أن يحيا فى أطار حدود فيزيقية وكيميائية معقولة ، تضم (١) درجة الحرارة بين صفر مئوية (٣٢ فهرنهايت) إلى ٤٠ أو ٤٥°م (١٠٤ أو ١١٣ فهرنهايت) ، (٢) وجود غاز الأكسجين فى حدود ضعوط معينة ، (٣) تركيزات معينة ومعددة للأملاح ، و (٤) إتزان بين أيونات يد + وأيونات أيـ⁻ الإتران الحمض القاعدى (تنظيم الرقم الأيدروحيى P.H.) . ويمكن المحافظة على هذا الإتران بواسطة المنظمات ، وهى إتحاد لأملاح معينة أو أحماض ضعيفة تتفاعل مع الأحماض القوية والقواعد القوية لتنتج أحماضا أو قواعد ضعيفة ، وأملاح ، وماء . وعلى سبيل المثال يحتوى الدم على منظمات من الكربونات تتكون من بيكربونات الصوديوم والبوتاسيوم (ص يد ك أم و يو يد ك أم) ومن حامض الكربونيك (يد ك أم) وهو حامض ضعيف . عندما يدخل حامض قوى مثل حامض الأيدروكلوريك (يد كل) إلى الدم ، تحوله أملاح المنظم إلى حامض ضعيف لا يمكنه تخفيض الرقم الأيدرو جينى PH مثلما يستطيع حامض الأيدروكلوريك .



ومن ناحية أخرى عندما تدخل للدم قاعدة قوية مثل أيدروكسيد الصوديوم (ص ايد) ، فإن حامض الكربونيك الموجود في المنظم سيحادها :



تنظم مياة البحر بواسطة البيكربونات إلى رقم أيدروجيني PH حوالى ٨,١ وهو مناسب للحيوانات. محاليل الأملاح متساوية التركيز (رينجر ولوك) التى تستخدم لدراسة الأنسجة الحيوانية تنظم بالبيكربونات .

المكونات الكيميائية للبروتوبلازم

يحتوى البروتوبلازم على ٢٠ من العناصر الكيميائية الطبيعية وعددها ٩٢ . نسب هذه العناصر والمركبات الخاصة التى تدخل فى تركيبها تختلف فى الحيوانات المختلفة ، وفى الخلايا والأنسجة المختلفة لنفس الحيوان . وهذه العناصر هى من بين العناصر الشائعة فى الصخور ، والتربة ، وماء الأرض ، وهى موجودة فى الأغذية التى تتناولها الحيوانات ، وفى المنتجات الحيوانية المفيدة أو الإفرازات ، وفى المواد المتخلفة عن أيض الحيوان . متوسط نسب المواد الكيميائية فى بروتوبلازم الحيوان (بالوزن) وبعيدا عن المادة الخلالية) هى كالآتى :

النسبة	العنصر
٧٦	الأوكسجين (أ)
١٠,٥	الكربون (ك)
١٠,٥-	الأيدروجين (يد)
٢,٥	النيتروجين (ن)
-٣	الفسفور (فو)
-٣	البوتاسيوم (بو)
٠,٢	الكالسيوم (كب)
٠,١٠	الكالسيوم (كل)
٠,٠٥	الصوديوم (ص)
٠,٠٢	الكالسيوم (كا)

المغنسيوم (ما)	-٢,٠٢
الحديد (ح)	-١,٠١

توجد أيضا في كثير من الحيوانات كميات ضئيلة من السليكون (س)، والنحاس (نح)، والألومنيوم (لو)، والمغنيز (م) والبورون (ب)، والكوبالت (كو)، واليود (ي)، والفلور (فل)، والبروم (بر). ولا يوجد عنصر خاص بالأشياء الحية، ولكن الكربون والنتروجين يوجدان بوفرة في البروتوبلازم عنهما في المواد غير الحية.

٢ - ٢١ الماء، والأملاح والغازات

يحتوي البروتوبلازم على ماء كثير (يد ١)، وأملاح مختلفة (ص كل، ك ك أ، الخ)؛ وبعض الغازات، وخاصة الأوكسجين (أ) وثاني أوكسيد الكربون (ك أ). يكون الماء من ٨٠٪ إلى ٩٥٪ من الوزن، ويكون موجودا في الخلايا والحيوانات حديثة السن بوفرة أكثر من المسنة، وفي الحيوانات المائية الدنيا يكون الماء أكثر من الأنواع الأرضية المتقدمة الماء (١) هو أحسن مذهب للمركبات غير العضوية وهو مذهب جيد لكثير من المركبات العضوية، (٢) يعتبر مناسباً لتفكك الألكتروليتات المذابة فيه، (٣) له توتر سطحي مرتفع، و(٤) له قدرة عالية في امتصاص الحرارة. تعتمد كل العمليات الحياتية الضرورية على هذه المميزات للماء، وتعتبر حياة الكائنات على هذه الأرض مستحيلة بدون الماء. تحيط سوائل الجسم المائية (اللمف وبلازما الدم) بالخلايا في جسم الحيوان وتنقل المواد منها وإليها. عادة يوجد للحيوانات الأرضية غطاء مناسب للجسم ووسائل أخرى لتحد من فقدان الماء.

الأملاح الغير عضوية هي أساسا تلك الموجودة في ماء النحا، وأهمها كلوريد الصوديوم (ص كل) وتوجد في تركيزات قليلة. وأيونات هذه الأملاح هامة في تركيب البروتوبلازم، وفي أنشطته الكيميائية وخواصه الكهربائية، وهامة أيضا للنمو، والحفاظ على الصحة، والتكاثر. يكون هيكل وأصناف كثير من الحيوانات من الأملاح غير العضوية وخاصة كربونات الكالسيوم، كأك أ ٣، وفوسفات الكالسيوم ك٣ (فو أ ٤) التي تفرزها خلايا أو أنسجة خاصة (متميزة).

٢ - ٢٢ المركبات العضوية

يطلق على المواد التي تحتوي على الكربون متحدا مع الإيدروجين أو الأوكسجين أو الإثنين معا المركبات العضوية. يعرف مليون أو أكثر من هذه المركبات. وكان يعتقد سابقا أن هذه المركبات تنتج فقط في البروتوبلازم ولكن الكيميائيين تمكنوا من تحضير تشكيلة ضخمة تضم كثيرا من

المركبات غير المعروفة في الطبيعة .

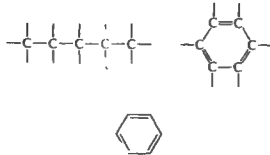
يختلف عنصر الكربون إلى حد ما عن العناصر التي شرحت من قبل فهو يحتاج إلى أربعة إلكترونات ليكمل حلقة أو قشرته ، وبدلاً من إطلاقه أربعة أو حوله على أربعة ليصبح ذا شحنة كهربائية ، كما يحدث في أيونات وكانيونات الألكترونيات أو الأملاح ، فإنه أى الكربون يحصل على هذه الألكترونيات بالمشاركة مع ذرات أخرى . إذ أنه عندما يوضع في الماء ، فإن معظم مركبات الكربون لا تتفكك إلى أيونات كما يحدث مع الألكترونيات أو الأملاح كما أنها لا توصل الكهرباء . و لكن للكربون ، الذي له أربعة إلكترونات مشاركة أو وصلات ، أن يشارك هذه الألكترونيات مع ذرات كربون أخرى وبذلك تكون سلاسل أو حلقات (شكل ٢ - ٢١) . الوصلات الحرة تصبح متصلة بأيدروجين (يد) ، أو أكسجين (أ) ، أو هيدروكسيل (أ يد) ، أو نيتروجين (ن) ، أو فسفور (فر) ، أو أحياناً كبريت (كب) ، أو أيونات وعناصر أخرى المركبات داخل جسم الحيوان والتغيرات التي تحدث فيها تكون غالباً معقدة .

كثير من المواد العضوية تجزأ بعملية التحليل بالماء . عندما يضاف جزيء من الماء يد_٢ أ ينشق المركب A-B إلى جزئين :



المضم يتكسر الطعام إلى مركبات بسيطة بالتحليل بالماء . وبعملية عكسية تتحد مادتان مع فقدان يد_٢ أ . وعلى ذلك فإن كثيراً من المركبات الهامة في جسم الحيوان تبنى من مواد بسيطة . وهذه التفاعلات تضبط بمواد تسمى الإنزيمات (فقرة ٢ - ٢٦) .

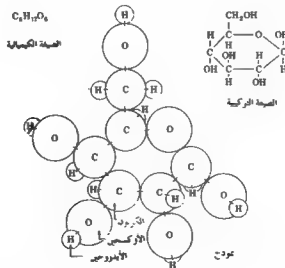
يحتوى اليرتوبلازم أساساً على ثلاثة أنواع من المركبات العضوية : الكربوهيدرات ، الليبيدات ، والبروتينات .



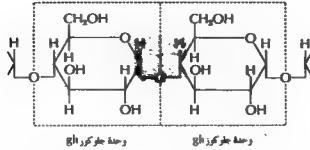
شكل ٢ - ٢١ : سلسلة الكربون ، وحلقة الكربون . والأخيرة هي حلقة البنزين ، ويحسن كتابتها باختصار بدون ذرات الكربون والوصلات الخارجية (أسفل الشكل)

٢ - ٢٣ الكربوهيدرات

الكربوهيدرات مركبات تحتوي على كربون ، وأيدروجين ، وأوكسجين. وهذه العناصر تكون موجودة عادة بنسبة ذرة من الكربون ، وذرتين من الأيدروجين وذرة من الأوكسجين (١ : ٢) : (١) . والكربوهيدرات شائعة كمواد غذائية مختزنة في النباتات والحيوانات . وتوجد في النباتات كسليلوز في جدر الخلايا ونشائي البروتوبلازم ، وتوجد في الحيوانات كجليكوجين (نشا حيواني) في الكبد . وأبسط الكربوهيدرات هي التي تعرف « بالسكريات البسيطة » . وهذه تضم الجلوكوز (سكر العنب) والفركتوز (سكر الفواكه) (شكل ٢ - ٢٢) . السليلوز والنشا والجليكوجين هي سلاسل من جزيئات الجلوكوز متصلة ببعضها وذلك بفقدان الماء ، وهي عملية عكس التحليل بالماء (شكل ٢ - ٢٣) . يختلف السليلوز والنشا والجليكوجين أساسا في شكل الجزيء ثلاثي الأبعاد . ويمكن أن يحتوي جزيء كل منها على مئات من جزيئات الجلوكوز ولكي يستفيد الحيوان من النشا أو الجليكوجين لا بد من تكسيدها إلى مكوناتها من جزيئات الجلوكوز . ولا يمكن للحيوانات أن تمتص جزيئات النشا أو الجليكوجين داخل أجسامهم عن طريق القناة الهضمية ، يتم تكسير النشا والجليكوجين في القناة الهضمية بواسطة التحليل بالماء وذلك بفعل الأنزيمات . وحينذاك تمتص جزيئات الجلوكوز ويمكن أن تتحد مرة ثانية في جزيئات كبيرة من الجليكوجين لتخزن كي تستخدم فيما بعد كمصدر للطاقة . يخزن الجليكوجين في أنسجة الحيوان (أساسا في الكبد) ويستخدم للطاقة . ولكي ينقل في الدم ، يتحول الجليكوجين إلى جلوكوز (أشكال ٢ - ٢٢ ، ٢ - ٢٣ ، ٤ - ٨ ، ٤ - ١٠) . اللاكتوز ، أو سكر اللبن ، هو كربوهيدراتي يوجد في اللبن الذي تفرزه كل الثدييات لتغذية صغارها .



شكل ٢ ٢٢ . ثلاث طرق لتصوير جزيء الجلوكوز. الصيغة الكيميائية ، وصف مختصر . الصيغة التركيبية ، الأماكن النسبية للذرات والوصلات بينهما. نموذج تركيبي يوضح العلاقات المكانية .

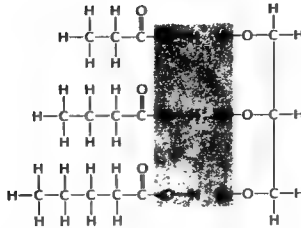


شكل ٢ - ٢٢ : جزء من جزيء الجلايكوجين الذي يمكن أن يصل إلى ٢٠ وحدة أو أكثر طولاً . بفعل الإنزيم يضاف جزيء من الماء عند كل وصلة فتفتح جزيئات الجلوكوز المفصلة .

٢ - ٢٤ الليبيدات

المواد الدهنية وما شابهها ، والتي تحتوي على كربون وأيدروجين ، ونسبة من الأوكسجين أقل من الموجودة في الكربوهيدرات ، تسمى الليبيدات . جميعها شحمية وتذوب في السوائل العضوية مثل الأثير ، والكحول وفورم ، والبنزين ، ولكنها نادراً ما تذوب في الماء . بعضها يكون في حالة سائلة عند درجة الحرارة العادية مثل زيت كبد البكلاه وزيت الحوت ، وهناك دهنيات صلبة مثل الزبد ، ودهن الخنزير ، والشحم الأبيض ، وقليل منها شمعي مثل الشحم الذي يوجد في أذن الإنسان والذي ينتجه النحل . والدهنيات الحقيقية ، سواء كانت سائلة أو صلبة ، هي إتماد للجليسرول (جليسرين) وثلاثة من الأحماض الدهنية (شكل ٢ - ٢٤) مثل حامض الأوليك (ك ١٨ يد ٣٤ أ) الموجود في زيت الزيتون . يمكن أن تكسر الدهنيات إلى جزيئات صغيرة وبسيطة القلوبات (القواعد) مثل أيدروكسيد الصوديوم أو أيدروكسيد البوتاسيوم . نواتج هذا التفاعل هي الجليسرول والصابون . الصابون هو في الحقيقة نوع من الأملاح ينتج عن التفاعل بين حامض دهني وقاعدة . وحيث أنه ملح فإنه يذوب في الماء . ويمكن أن تحتوي الليبيدات المركبة على النيتروجين ، ومع أو بدون فوسفور ، بالإضافة إلى الكربون والأيدروجين والأوكسجين ، ومثال ذلك الليسيثين الموجود بكثرة في مخ البيض .

الستيرولات هي ليبيدات معقدة تشبه الشمع ، فيها ذرات عديدة من الكربون والأيدروجين ، وعلى الأقل شق واحد من الهيدروكسيل . ومن أمثلة هذه المجموعة يوجد الكولسترول ، وفيتامين د ، وبعض الهرمونات الجنسية ، وبعض المواد التي تسبب السرطان . وتعتبر الليبيدات المركبة والستيرولات مكونات ضرورية للبروتوبلازم . كثير من الدهنيات يحصل عليها في الطعام سواء كان من أصل نباتي أو أصل حيواني وتتحول إما للإستخدام المباشر أو تخزن في جسم الحيوان . وهي تؤكسد بسرعة في البروتوبلازم منتجة الطاقة التي تتحول إلى حرارة .



شكل ٢ - ٢٤ : تركيب الدهون . الجزء المظلل يوضح الثلاثة جزيئات من الماء التي تفقد عند اتحاد ٣ أحماض دهنية مع الجليسرول .

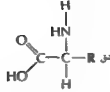
٢ - ٢٥ البروتينات

البروتينات هي المركبات العضوية التي توجد بوفرة في البروتوبلازم الحيواني . بجانب الكربون ، والألروجين والأكسجين والنيتروجين ، فإنها تحتوي على كميات صغيرة من الكبريت ، وأحيانا الفوسفور ، وبصفة مؤقتة الحديد ، واليود ، وعناصر أخرى . وجزيئات البروتين معقدة وضخمة نسبيا ، وزنها الجزيئي من ٣٥٠٠٠ (جيلاتين) إلى ٥٠٠٠٠٠ (هيمو سيانين) أو أكثر . والبروتينات أنواع غير محدودة ، فالبروتينات التي توجد في كل نوع من الأنسجة وفي كل نوع من الكائنات تختلف إلى حد ما عن الآخرين . تُبنى جزيئات البروتين وتهدم بصفة مستمرة في الخلايا الحيوانية ويحاول البيوكيميائيون حتى الآن تخليق هذه الجزيئات الكبيرة في المعامل ، ولكن البروتينات الصغيرة أمكن تحضيرها .

تسمى وحدات التركيب الأساسية أو لبنات البناء في البروتينات بالأحماض الأمينية . للحامض الأميني مجموعة أمينية (ن يد) ، ومجموعة حامض عضوي (ك أ أيد) متصلة بذرة الكربون الأخيرة (شكل ٢ - ٢٥) . بقية الحامض الأميني تختلف باختلاف الحامض نفسه ويمكن الرمز لها بحرف R (شكل ٢ - ٢٥) .

وفي أبسط الأحماض الأمينية تكون ر هي ذرة إيدروجين ، وفي الأنواع الأخرى تكون ر عبارة عن سلاسل ذات حلقات من الكربون يمكن أن تتصل بها عناصر أخرى (شكل ٢ - ٢٦) .

في معظم الحيوانات تتركب بروتينات الجسم من ٢٣ حامض أميني فقط ، تتحد مع بعضها في تنابع مختلف . تتحدد الأحماض الأمينية مع بعضها بإزالة جزيء من الماء لتكون ما يعرف بالوصلة



شكل ٢ - ٢٠ : الصيغة البنائية الأساسية للحمض الأميني

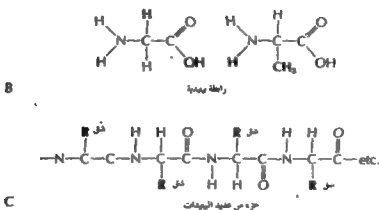
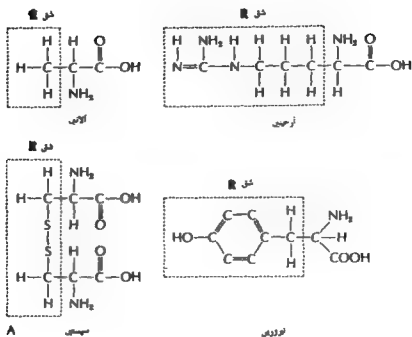
الببتيدية . في هذه الوصلة تنفصل الهيدروكسيل أيد من مجموعة الحامض العضوي لأحد الأحماض الأمينية وتتحمد مع ذرة أيديروجين من المجموعة الأمينية للحمض الأميني الآخر مكونة الماء (أيد⁺ + يد⁻) ، وبذلك يتصل الحامضان الأمينيان مع بعضهما (شكل ٢ - ٢٦) . وتسمى السلاسل الطويلة من الأحماض الأمينية المتصلة بهذه الطريقة بعديدة الببتيدات . تتكون البروتينات من سلاسل عديدة الببتيدات إما بمفردها أو متحدة بجزئيات أخرى يكون للسلاسل فيها تنظيم محدد في مجال ثلاثي الأبعاد .

معظم الحيوانات تكون ١٥ حامض أميني ولكنها يجب أن تحصل على الثمانية أحماض الضرورية الأخرى من النباتات . البروتينات « البسيطة » تتكون كلية من سلاسل من الأحماض الأمينية ، وكأمثلة على ذلك البروتينات القابلة للذوبان في مصـل الدم ، وزلال اللبن ، وبيض البيض ، والبروتينات غير القابلة للذوبان والتي تعرف بالكيراتينات التي تكون الجلد والشعر والأظافر . البروتينات « المقترنة » هي البروتينات التي تحتوي على شق أو مركبات عضوية بجانب الأحماض الأمينية ، الهيموجلوبين الموجود في خلايا الدم الحمراء ، والبروتينات النووية التي توجد في أنوية الخلايا هي أمثلة للبروتينات التي لها هذه المجموعات المضافة أو الفعالة .

٢ - ٢٦ الإنزيمات

تم تفاعلات كثيرة بين مواد كيميائية في الجسم الحي بسرعة متناهية ، ولكن نفس هذه المواد ، عندما تبعد عن الجسم تتفاعل ببطء ، ينتج الاختلاف عن وجود وسائط عضوية في الخلايا والأنسجة الحيوانية ، تعرف بالإنزيمات ، وكل أنزيم مسئول عن تفاعل خاص (شكل ٢ - ٢٧) . الوسيط هو مادة تسرع بالتفاعل بدون أن يعترها تغير دائم ، أو تستهلك . وتحول كمية ضئيلة من الإنزيم كميات كبيرة من المادة ، فعندما يكون أنزيم البيسين نقياً فإنه يهضم قنر وزنه ٥٠٠٠٠ مرة من بياض السلوق في ساعتين .

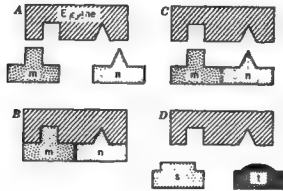
تسمى معظم الإنزيمات باضافة النهاية - أ ز إلى ١ سم المادة أو الأساس الذي يعمل عليه أو إلى التفاعل الذي يم . وعليه فإن الإنزيم الذي يفصل اللاكتوز أو سكر اللبن إلى سكرين بسيطين يسمى لاکتاز ، وبالمثل فإن الديهيدروجيناز (نازع الأيدروجين) ينزع الأيدروجين من المركبات .



شكل ٣٤ : الأحماض الأمينية . والسلاسل الببتيدية (أ) أربعة أحماض أمينية المتصلة بآخر ذرة كربون (ب) حمضان أمينيان متصلان بواسطة ببتيدية بإزالة الماء المظلل (ج) جزء من وصلات عديدة الببتيدات . يختلف الشق الأميني الموجودة . الوصلات الموجودة عند النهايات والمتصلة بالمكونات الأخرى غير موضحة .

يعتمد الهضم ، والتنفس ، والإفراز ، والإخراج ، والعمليات الحيوية الأخرى على الإنزيمات . يعتقد بعض العلماء أنه يوجد بالخلية الحيوانية الواحدة ألف نوع من الإنزيمات . الإنزيمات ، بصفة عامة ، نوعية ، كل يعمل على مادة أساسية واحدة ، ولكن بعضها يمكنه العمل على مواد مختلفة لها

تركيب متقارب (فصل ٤) . تحدث إنزيمات كثيرة التحليل بالماء ، نتيجة لعمل الانزيم يضاف جزيء من الماء إلى جزيء المادة التي يعمل عليها الإنزيم وباتحادهم يتفصل جزيء المادة إلى جزيئين . بعض الانزيمات تكسر المواد بطريقة أخرى . أثناء الهضم ، على سبيل المثال ، تختزل الكربوهيدرات في النهاية إلى سكريات بسيطة ، والدهون إلى أحماض دهنية وجليسرول ، والبروتينات إلى أحماض أمينية . معظم تفاعلات الانزيم متعكسة ، تحت ظروف معينة تنفصل المادة إلى مادتين ، وتحت ظروف أخرى تتحد المادتان مكونتين المادة الأصلية .



شكل ٢ - ٢٧ : رسم تخطيطي مبسط لنظرية القفل والمفتاح ، (لإميل فيشر) للتفاعل بين الإنزيم والمادة الأساسية . (أ ج) مادتان أساسيتان (م ، ن) يوافقان معا ومع الإنزيم ويتحدان (كما في حالة التحليل بالماء) ثم يتفصلان كوحدة جزيئية ثم يتجهما مركبان آخران م ، ن في نفس الطريق . ويطلب المركب م ن مركبات غير متوافقة (ط ، ر) لا يمكن أن تتحد بواسطة أنزيم من النوع المبين

الإنزيمات مواد بروتينية . تفقد كثير من الإنزيمات قدرتها الوسيطة إذا سخنت إلى ٤٠°م أو ٥٠°م ، وهذا يمكن أن يكون أحد الأسباب في موت كثير من الحيوانات عند هذه الدرجة . كل نوع من الإنزيمات تصل فاعليته إلى أقصى مداها عند درجة حرارة معينة ورقم أيديوجيني PH محدد ، وعلى سبيل المثال فأحسن رقم أيديوجيني يعمل فيه الببسين هو ١,٥ (حامض ، في المعدة) ولكنه يكون في التربيسين ٧-٨,٦ (قلوي ضعيف ، في الأمعاء) . أمكن بلورة من ٢٠ - ٣٠ نوعا من الإنزيمات ، ولكن تخليق أى أنزيم غير ممكن . تكون الإنزيمات في الخلايا في صورة خاملة تسمى زيموجين حيث تحتاج إلى مادة أخرى هي المنشط لتصبح فعالة. يفرز التربيسينوجين الخامل في البنكرياس ثم يصبح الانزيم البريتوليكتي النشط ، تربيسين بعد أن يمر خلال قناة البنكرياس إلى الأمعاء الدقيقة حيث ينشط بواسطة الأنتروكيناز الذي تفرزه خلايا جدران الأمعاء . ولا بد لبعض الإنزيمات الأخرى من تواجد مادة ثانية هي الكوانزيم (مرافق الإنزيم) حتى تصبح فعالة . ونشترك فيتامينات عديدة (ب ١ ، ب ٢ ، ب ٦ ، جدول ٤ - ١) في مجموعات إنزيمية معينة .

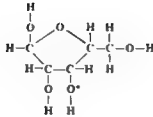
٢ - ٢٧ الأحماض النووية

الأحماض النووية هي جزيئات عضوية معقدة لها أدوار أساسية في الأيض الخلوي والوراثة . وقد تُعرف عليها في عام ١٨٧٠ في منى السالمون . ولكن بنائها الكيميائي المفصل وأهميتها البيولوجية الأساسية لم تدرس إلا حديثا . توجد منها طائفتان ، حامض ريبيونيكليك (RNA) الموجود في كل من نواة وسيتوبلازم الخلية (فقرة ٢ - ٣) ، وحامض الديوكسي ريبيونيكليك (DNA) الموجودة أساسا في الأنوية .

تحتوي الأحماض النووية على ثلاثة أنواع من الجزيئات : سكر خماسي الكربون ، دهاوكس ريبوز أو ريبوز ، وقواعد عضوية نيتروجينية ، البورينات والبيريميدينات (مركبات حلقة يحل النيتروجين فيها محل ذرة أو أكثر من الكربون) ، وفوسفات (شكل ٢ - ٢٨) . وتتمدد هذه الأجزاء كالتالي : سكر + قاعدة + فوسفات = نيوكليوتيد ، ثم تتصل كثر من النيوكليوتيدات عن طريق سكر أحدها مع فوسفات الأخرى مكونة الحامض النووي ، الحامض النووي + بروتين = نيوكليوبروتين في DNA تكون قواعد الأدينين (A) والجوانين (G) ، وقواعد البيريميدين هي سيتوزين (C) والثايمين (T) . في RNA يستبدل الثايمين باليوراسيل (U) والسكر بالريبوز . وقد عرف أن جزء DNA يتكون من سلسلتين عن الأحماض النووية منتظمة في لولب أو حلزون مزدوج وملئ . وتلتف السلسلتان بحيث يتصل دائما أدنين أحدهما مع ثايمين الأخرى (RNA يتحد الأدينين مع اليوراسيل) وجوانين أحدها مع سيتوزين الأخرى . يشبه الجزء الضخم للحامض النووي الفناء الحلزوني الذي يدور فيه السلم ، السياج (درزين) من جزيئات السكر وجزيئات الفوسفات المتبادلين والأدراج من القواعد النيتروجينية بين جزيئات السكر . كل زوج من القواعد المتقابلة تلتصم مركزيا بوصلات أيديروجينية (شكل ٢ - ٢٩) .

DNA في كروموزومات الخلية هو المادة الوراثية التي تتحكم في الوراثة (فقرة ١١ - ١٩) وهو قادر على إكثار نفسه (مضاعفة الكروموزومات) ، في هذه المضاعفة يبدو أن جدائل DNA تُنكط طياتها وتفصل لأن قواعد الجديلة لا تزدوج إلا مع قواعد أخرى معينة (A مع G ، T مع C ولكل جديلة مفردة القدرة على أنتاج جديلة مزدوجة مطابقة تماما للجديلة المنفصلة .

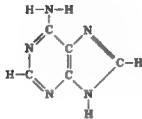
طبقا للنظريات المتعاقبة والمبنية على الأبحاث الهامة ، فإن الوظيفة الأساسية للأحماض النووية هي ضبط تفاصيل تخليق البروتينات ويقوم DNA بهذا العمل بطريقة غير مباشرة عن طريقة RNA عند تكوين RNA يستخدم DNA كطبعة ، تأخذ كل قاعدة مقابلها المناسب ليتم الأزواج (A تتصل مع U ، G مع C ، U مع G ، A مع C) وتصبح النهايات الحرة للقواعد متصلة في تتابع جديد هو ريبوز - فوسفات - اغ تفصل الجديلة المفردة المنتجة من RNA عن طبعة DNA في النواة وتغمر إلى السيتوبلازم . توجد ثلاثة أشكال من RNA (المبعوث ، RNA النقل (المحول) ، RNA الريبوزومي) . وهي تختلف اختلافا بسيطا فيما بينها ، ولكن يحمل أن تكون طريقة إنتاجها واحدة .



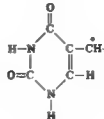
ريبوز (غير موجود في الديوكسوز)



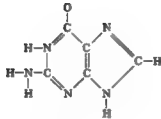
حمض الفوسفوريك



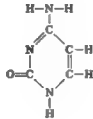
أدينين



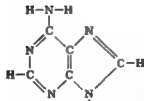
الغوانين (د نطف في اليوراسيل)



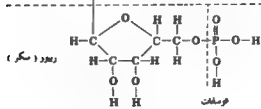
جورانين (اليوريدات)



ثيميدانين (اليوريدات)



أدينين (قلعة نيمز جوية)

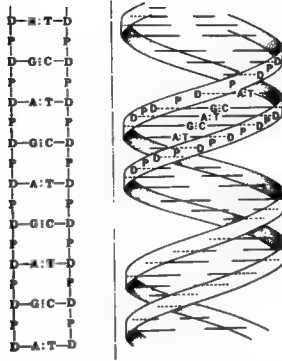


ريبوز (سكر)

فوسفات

حمض الأدينيلات - نيكوتينيك

شكل ٧ - ٢٨ : مكونات الأحماض النووية



شكل ٢ - ٢٩ : إلى اليسار رسم تخطيطي لجزء من DNA شاق السلسلة . D سكر ديهوكسي ريبوز ، P حامض الفوسفوريك ، A ، أدينين ، G ، جوانين ، C ، سيوزين ، T ، ثايمين في RNA يمل RR (الريبوز) محل الديهوكسي ريبوز وثايمين باليوراسيل U . النقط (:) هي وصلات الهروجينية بين القواعد البيروجينية إلى الجين . جزء من الحلزون اللولب (تخطيطيا) الحلقة أن المكونات تكون متدرجة

ومن خلال التفاعلات المعقدة للأنواع الثلاثة من RNA ، تبنى البروتينات على الريبوزومات في سيتوبلازم الخلية من مكوناتها وهي الأحماض الأمينية . أثناء تخليق هذه البروتينات يكون تتابع القواعد في جزيئات RNA هو الوسيلة المحتملة في تصنيف الأحماض الأمينية . لتقنين كل من الأحماض الأمينية العشرين الموجودة في البروتينات يفترض ضرورة وحدة تتابع من ثلاثة قواعد على الأقل .

يختلف البنيان الكيميائي للأحماض النووية اختلافا كبيرا تبعاً لتنسيق مكوناتها. أنواع عديدة من RNA ، DNA أصبحت معروفة الآن . وهناك من الأسباب ما يدعو إلى الاعتقاد بأن كل نوع من البروتوبلازم له أحماضه النووية الخاصة .

كروماتين أنوية الخلية غنى بهذه الأحماض (فقرة ٢ - ٣) ، مما يمكن من صبغ الكروماتين بأصباغ قاعدية . الأحماض النووية أيضاً هي المكونات الأساسية للفيروسات . توجد في الحيوانات مجموعة من الإنزيمات الهاضمة المتتالية لتختزل الأحماض النووية إلى مشتقاتها حتى يمكن الانتصااص للإزالة .

يحتوى البروتوبلازم على مواد عضوية إضافية ، بعضها مجهول التركيب ، وهى إما أن توجه أنشطة الخلايا والأنسجة أو تنظم أو تنسق أنشطة الحيوان كلها . وهذه المواد المنظمة تضم الإنزيمات (فقرة ٢ - ٢٦) ، والفيتامينات (فقرة ٤ - ١٢) ، الأصباغ التنسفة (فقرة ٦ - ٨) ، والهرمونات (فصل ٨) .

الأيض الخلوى

كل العمليات الحيوية تتطلب أمدادات من المواد الكيميائية والطاقة . ولأن جميع العمليات المتعلقة ببناء وتكسير المواد تحدث داخل الخلايا الحية للنباتات والحيوانات ، فإن هذا الموضوع يطلق عليه الأيض الخلوى . خلال عشرات السنين الأخرى بينت الدراسات التى قام بها عدد متزايد من البيوكيميائيين والفسيولوجيين كثرا من التفاصيل المثيرة . وحيث أن الجزئيات وتفاعلاتها لا ترى فإن كل الدلائل غير مباشرة وتبنى على الإختبارات الفيزيكية والكيميائية المقيدة . وهناك براهين معقولة لبعض الأجزاء ولكن بعضها مازال نظريا . وستلمة هذه الفقرة بالمظاهر السبيلة فقط لأيض الخلية .

٢ - ٢٨ الأيض والطاقة

يعتمد العالم الحى كله على مجموعة من التفاعلات المنعكسة تلخص فى :



ثانى أكسيد الكربون ماء جلوكوز أولكسين

تستمد الطاقة من ضوء الشمس . فى النباتات يتحد ثانى أكسيد الكربون والماء باستخدام طاقة الأشعاع الشمسى وبواسطة فعالية الكلوروفيل فى عملية البناء (التمثيل) الضوئى ، لينتج مواد عضوية (جلوكوز ومركبات أخرى) وأوكسجين . توجد وصلات كيميائية معينة فى الجزئيات العضوية تمثل طاقة مخزنة أو طاقة الكمون التى تنطلق إذا سارت المادلة فى الاتجاه من اليمين إلى اليسار . ويستخدم البعض من هذه الطاقة المختزنة بواسطة النبات نفسه فى بناء مكونات ضرورية خاصة أخرى . الطاقة التى تحتاجها الحيوانات تحصل عليها إما مباشرة بالتغذية على النباتات أو بطريقة غير مباشرة وذلك بالتغذية على حيوانات أخرى تتغذى على النبات . تستخدم الحيوانات أوكسجين التنفس فى تكسير المركبات العضوية ، للحصول على الطاقة المختزنة فى هذه المركبات . فى هذه العملية ينتج ثانى أكسيد الكربون والماء كنواتج جانبية . وحقيقة أن العمليات فى النباتات والحيوانات معقدة ، وتتدخل فيها مركبات وسيطة أخرى ، وكل التفاعلات سريعة وتضبطها الإنزيمات .

عمليات بناء المركبات العضوية فى الكائنات يطلق عليها تفاعلات آخذة للطاقة لأنها تتطلب طاقة من مصدر خارجى بعيدا عن المواد المتفاعلة ، كذلك التى يبيؤها الضوء فى عملية البناء الضوئى . كل العمليات الحيوية الأخرى تسمى طاردة للطاقة لأنها تحرر الطاقة من مصادر كافية فى الوقود

الفسيولوجى: الجو ، والصيانة والإصلاح ، وأنقباض العضلات ، والإنفراز ، إلخ كلها طاردة للطاقة .
الأكسيدات الفسيولوجية هي أهم التفاعلات الطاردة للحرارة . مثل هذه الأكسيدات هي قاعدة الحياة ، ويحدث الموت عندما تتوقف .

٢ - ٢٩ الأكسدة والأختزال

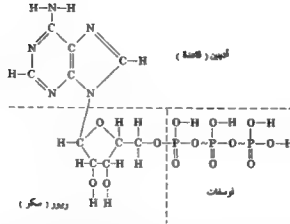
في الأحتراق البسيط أو أحتراق الفحم ، أو الدهن ، أو السكر في وجود الأوكسجين ، ينتج ثانى أوكسيد الكربون والماء وطلقة في صورة حرارة - ولكن التفاعل يحتاج إلى درجة حرارة مرتفعة . وعلى العكس فإن الأكسدة الفسيولوجية للمادة في أى حيوان تتم عند درجة حرارة معتدلة (٣٠°م أو أقل) . والمنتجات الجانبية مرة ثانية هي ثانى أوكسيد الكربون والماء ، ولكن نسبيا جزء قليل من الطاقة يصبح حرارة الجزء الأكبر يستخدم في العمليات الحيوية . وذلك لأنه توجد سلسلة منظمة من التفاعلات التى تنظمها الإنزيمات ، تنتج خطوة بخطوة طاقة الكمون ، لتحقيق أكبر فائدة من الوقود . الأكسدة هي الاتحاد الكيميائى للأوكسجين مع مادة أخرى ، أو فقدان أو إنتقال الكروونات إلى مادة أخرى ، ولكنها تتضمن أهنأ تفاعلات مثل إزالة الأهدروجين والمادة التى تكسب الألكتروونات تعرض للاختزال .

في الكائنات الحية تتم الأكسيدات التنفسية بواسطة مجموعتين من الإنزيمات نازعة للهيدروجين ، وإنزيمات مؤكسدة . بعض من هذه الأنزيمات يحتوى على فيتامينات كمجموعات إحتلالية .

٢ - ٣٠ دور الفوسفور

في كثير من العمليات الحيوية للنباتات أو الحيوانات يكون الفوسفور (فو) من أهم المقومات في اتحاد المواد سواء كانت غير عضوية أو عضوية. تحتوى عظام الإنسان على حوالى ٦٠٪ من فوسفات الكالسيوم كـ (٢ (فو أ ٤) . يخرج الإنسان البالغ العادى من ٣ - ٤ جرامات من حامض الفوسفوريك يوميا ، ويجب تعويض هذه الكميات بواسطة الغذاء . وتؤثر نسبة الكالسيوم إلى الفوسفور في غذاء حيوانات الرعى على معدل القائلة التى تعود منها . وعلى المستوى الخلوى ، فإن التخمر البسيط للسكر بواسطة الخميرة تزداد سرعته بإضافة الفوسفات التى تصبح متحدة عضويا في التفاعل . كثير من التفاعلات التى تتدخل فيها الإنزيمات في الحيوانات تتطلب مركبات الفوسفات في تخليق مكونات الجسم ، وفي إيجاد الطاقة اللازمة لأنقباض العضلات والأنشطة الأخرى . وهناك إنزيمات خاصة تنظم إضافة أو إزالة حامض الفوسفوريك .

الأدينوزين ثلاثى الفوسفات (ATP) والأدينوزين ثنائى الفوسفات (ADP) هي جزيئات معقدة تحتوى على وصلات فوسفاتية غنية بالطاقة التى تساهم في كثير من التفاعلات . ينشأ جزيء ATP (شكل ٢ - ٣٠) من القاعدة النيتروجينية الأدينين (كـ.د.هـ) ، وسكر (كـ.د.هـ.أ) وثلاث مجاميع من الفوسفات (- هـ فو ٣) . أثنان من مجاميع الفوسفات متصلة



شكل ٧ - ٣٠ : أدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP) الرمز يدل على وصلة غنية بالطاقة فقدان - فور ٣ يد الخارجية ينتج عنه أدينوزين ثنائي الفوسفات (ADP) ، مع إنتاج كمية كبيرة من الطاقة ، فقدان وحدة الفوسفات الثانية ينتج أدينوزين أحادي الفوسفات (AMP) متبجبا طاقة أكثر .

بوصلات لها كمية كبيرة من الطاقة المخزنة وهذه الوصلات ذات الطاقة المرتفعة يرمز لها بالعلامة ~ وللمجموعة الفوسفات بالرمز (P). تحتوي ADP أيضاً على الأدينين والسكر كـ ١٠ يد، أم ، ولكنها تحتوي على اثنتين من مجموعات الفوسفات فقط ، وواحدة منها فقط تكون متصلة بوصلة ذات الطاقة مرتفعة .

ويمكن التعبير عن العلاقة بين ATP, ADP بالمعادلة المتعكسة :



تنتج الطاقة في الحيوانات عن أكسدة أو « حرق » جزيئات الطعام المتصلة في القناة الهضمية . وتم الأكسدة داخل الخلايا ، ويكون الجلوكوز هو الجزيء الذي يؤكسد غالباً . ومصدر الفوسفور سيناقش فيما بعد. ATP حيوي للحيوانات لمقدرته على اصطياد وتخزين الطاقة التي تنتج عن أكسدة الجزيئات العضوية . بعد ذلك تستطيع الخلية أن تحول ATP ثانية إلى ADP فتنتج الطاقة اللازمة للعديد من العمليات الفسيولوجية . وهذه العمليات تضم الطاقة اللازمة للبدء في أكسدة الجلوكوز والجزيئات الأخرى ، والطاقة اللازمة للجرى وأنقسام الخلية ، وإنتاج الإفرازات ، وإنباض العضلات .

في جسم الحيوان ، تنتج ATP بطريقة من اثنتين ، ستصبح الطريقة سهلة على الفهم إذا استعرض القارئ الشرح التالي عند دراسة الفقرات من ٢ - ٣١ إلى ٢ - ٣٣. في الطريقة الأولى ، والتي تسمى بالأساس التصل بالفسفرة ، تتكون ATP مباشرة عندما تتفاعل ADP مع جزيء عضوي

يحتوى على مجموعات فوسفات متصلة بوصلة ذات طاقة عالية . تنتقل مجموعة الفوسفات والوصلة ذات الطاقة العالية إلى ADP لتكون ATP .

الطريقة الثانية ، أو غير المباشرة هى : عندما تمر أزواج من أيونات الإيدروجين والالكترونات التى أزيلت بفعل الإنزيمات (إنزيمات نزع الأيدروجين) من بعض الجزيئات العضوية التى تجري عليها الأكسدة ، إلى نظام خاص من الإنزيمات المتصلة يعرف بنظام النقل الإلكتروني. الإنزيمات فى هذا الجهاز هى مؤكسدات تسمى سيتوكرومات . تحتوى على الحديد الموجود فى كل سيتوكروم (ح^٢ + الكترون⁻ ح^٢ +) . وعندما يعطى الحديد المختزل الكترون إلى السيتوكروم الذى يليه فى السلسلة ، فإنه هو نفسه يتأكسد ويعود ح^٣ وينقل آخر سيتوكروم فى السلسلة الكترونه إلى الأوكسجين الذى يتحد مع الأيدروجين المنزوع بواسطة نازعات الإيدروجين ليكون الماء . وهذه العملية جميعها تولد الطاقة التى تصاد فى وصلات فوسفاتية ذات طاقة عالية . تتفاعل ADP والفوسفات مع نظام السيتوكروم هذا مكونة ATP ومخزنة الطاقة لا استخدامها فيما بعد بواسطة الحيوان . فى هذه الطريقة الثانية يُحصل على الفوسفات من مركب غير عضوى . فليس غريبا أن تسمى فوسفات غير عضوية ويرمز لها بالرمز Pi

من كل زوج من الالكترونات تستخدم كليا فى هذا النظام السيتوكرومى ، يمكن أن ينتج ٣ جزيئات ATP بعد أقصى . فى بعض الأحيان ، لاتمر أيونات الإيدروجين المنزوعة من الجزيئات العضوية إلى النظام السيتوكرومى كله ، بل تدخل جزءا من السلسلة . ونتيجة لذلك فإنه يتكون جزيان ATP فقط أثناء نقل الإلكترونات . ومثل هذه « الدورة القصيرة » تحدث مرة فى دورة كريس (بين حامض السكسنيك وحامض الفوماريك) وينتج عنها جزيئات من ATP أقل من المتوقع (أنظر قفزة ٢ - ٢٣) .

٢ - ٣١ التنفس الخلوى

الطاقة اللازمة للعمليات الحيوية فى الكائن يُحصل عليها من الطاقة المخزنة فى الوصلات الكيميائية للمركبات العضوية . داخل الحيوان تطلق الطاقة بتكسير الجزيئات العضوية البسيطة (تحلل) التى تختص فى الجهاز الهضمى .

أهم جزيء يستخدم كمصدر للطاقة هو الجلوكوز . فى الجلوكوز تخزن الطاقة فى وصلات الكربون بالكربون . وعلى ذلك فعملية الحصول على هذه الطاقة تتطلب تكسر هذه الوصلات . وهنا التحلل يتم على مرحلتين . فى الرحلة الأولى ينقسم جزيء الجلوكوز إلى نصفين متساويين كل يحتوى على ٣ ذرات كربون ، وهذه المرحلة لا تحتاج إلى الأوكسجين . ولذلك فهى لاهوائية (بدون أوكسجين) وتسمى تحلل الجلوكوز ، وتحدث فى سيتوبلازم الخلايا . والمرحلة الثانية تسمى دورة كريس ، وهى تكمل التكسير مكونة ثانى أوكسيد الكربون ك أ_٢ والماء يد_٢ أ . وهذه

العملية تحتاج إلى أكسجين ولذلك فهي هوائية وتحدث في ميتوكوندريا الخلايا . والمرحلان معا يطلق عليهما التنفس الخلوى .كل التفاعلات الكيميائية الفردية الخاصة بالتنفس الخلوى تضبط بواسطة إنزيم واحد أو أكثر ومعظمها منعكسة .

٢ - ٣٢ تحلل الجلوكوز

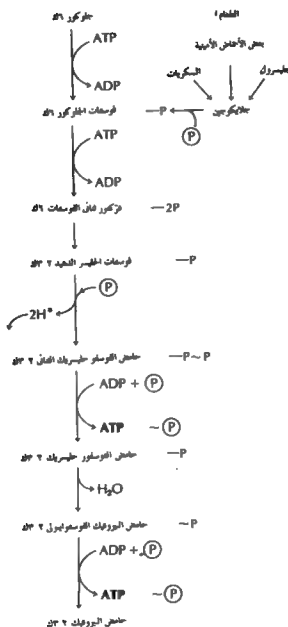
أول خطوة في تحلل الجلوكوز (شكل ٢ - ٣١) هي تحويل الجلوكوجين إلى جلوكوز ثم تنشيط الجلوكوز بإضافة مجموعة فوسفات إليه . هذه العمليات تحدث متزامنة وتم بفعل الإنزيم . ويحصل على الفوسفات من الفوسفات غير العضوية (يدس فو ٤) . إذا بدأ التفاعل مباشرة بالجلوكوز فإن أول خطوة تكون تنشيطه بفوسفات من ATP . في عملية الفسفرة للجلوكوز تنقل ATP مجموعتها الفوسفاتية الثالثة إلى جزء الجلوكوز فيتكون فوسفات الجلوكوز ، بينما تتحول ATP إلى ADP بوصلة متبقية واحدة ذات طاقة عالية . فوسفات الجلوكوز هي الصورة النشطة للجلوكوز .

بعد ذلك تحدث مجموعة من التفاعلات تتضمن إضافة مجموعة فوسفات واحدة أو أكثر من جزء آخر من ATP ، فينتج فركتوز ثنائي الفوسفات (شكل ٢ - ٣١) الذى ينقسم إلى جزئين كل جزء به ٣ ذرات كربون ومجموعة فوسفات . الجزعان يختلفان قليلا في التركيب ، ولكن كلاهما يمكن أن يتحول إلى الآخر ، والجزء الأكبر هو فوسفات الجليسرالدهيد . مصير كل نصف مشابه لمصير الآخر وعلى ذلك فسيتم مصير واحد منهما فقط . وحيث أن الناتج هو جزيهان من الفركتوز ثنائي الفوسفات فإن كل التفاعلات والمنتجات تكون مزدوجة في بقية العملية .

كل جزء من فوسفات الجليسرالدهيد يفسفر ثانية بإضافة مجموعة فوسفات أخرى يحصل عليها من حامض الفوسفوريك غير العضوى (يدس فو ٤) ، وليس من ATP . في نفس الوقت يتأكسد الجليسرالدهيد بنزع أيونين من الأيلروجين . يحتوى الجزء الناتج من حامض فوسفوجليسرالدهيد الثانى على مجموعتين من الفوسفات ، أحدهما لها وصلة ذات طاقة عالية (٢-١) .

الخطوات المتبقية التى تؤدي إلى تكوين حامض البيروفيك تتضمن (١) تحول وصلة فوسفات واحدة عالية الطاقة من حامض الفوسفوجليسرالدهيد إلى جزء من ADP لتكون ATP ، (٢) إعادة الترتيب الداخلى للجزء ليحول بمجموعة الفوسفات المتبقية إلى وصلة عالية الطاقة ، و(٣) تحويل هذه الوصلة الأخيرة إلى ADP لتكون ATP و الجزء الناتج هو حامض البيروفيك . نفس التابع يحدث في العضلة فيما عدا تحول (اختزال) حامض البيروفيك إلى حامض اللاكتيك بإضافة الأيلروجين .

يتكون حامض البيروفيك أو حامض اللاكتيك ، تكون المرحلة الأولى لتتابع إنتاج الطاقة (تحلل الجلوكوز) قد تمت . وهى عملية لا هوائية ، ولا تحتاج لوجود الأكسجين . يتم تكسير حامض البيروفيك وحامض اللاكتيك بعد ذلك هوائيا .



شكل ٣١ - ٢ : تحليل الجلوكوز يبدأ بالجلوكوز أو مخزون الجلايكوجين ، ثمضي طريقة تحليل الجلوكوز منتجة سلسلة من المركبات الوسيطة لتنتهي بمحماض البيرويك. عدد ذرات الكربون (ك) في كل مركب معينة . نقاط إنتاج الطاقة المباشر مميزة بالرمز (P) المركبات الناتجة معينة في (ATP) إنشقاق الفركتوز ثنائي الفوسفات ينتج جزيئين من فوسفات الجلبيسرالفيد . وبذلك تزدوج كل المنتجات التالية ، تذهب ذرتان من الأيدروجين $2H$ إلى النظام السيركرومي في شكل ٣٢ - ٢ .

ونتيجة للأحداث السابقة ، فإن بعض الطاقة الموجودة أصلاً في جزيء الجلوكوز قد أصبحت جاهزة للاستخدام ، وعترة في الوصلات عالية الطاقة من ATP . يحتاج لطاقة في صورة جزيئين من ATP لبء التتابع عندما يكون الجلوكوز هو المصدر . وفي عملية تحلل الجلوكوز ينتج ٤ جزيئات من ATP (٢ من كل جزيء من فوسفات الجليسرالدهيد) وعلى ذلك فإن الناتج من كل جزيء من الجلوكوز هو جزيئان من ATP . وهذه هي كمية الطاقة التي يتحصل عليها في غياب الأوكسجين .

عادة تكون المرحلة السابقة غير منفصلة عن المرحلة التالية ، والتي تتطلب أوكسجين . فزيادة في الطاقة مقدارها ٦ جزيئات من ATP يمكن أن يتحصل عليها في الظروف الهوائية . عند تحول فوسفات الجليسرالدهيد إلى حامض الفوسفو جليسيريك التثاني تنزع أو تزال ذرتان من الأيدروجين والكترونان . وهما يتقلان إلى النظام السيتركرومى . وعند نهاية هذا النظام تتحد ذرتا الإيدروجين مع الأوكسجين مكونة الماء . وعملية التحول تكون مصاحبة بعمليات من الإختزال والأكسدة لمركب الحديد الموجود في السيتركرومات وبذلك يحصل على طاقة أكثر في صورة جزيئات من ATP ، حيث تكون ثلاثة جزيئات من ATP من كل ذرة أيدروجين تتحول إلى ماء . ومن ثم ، فإنه بالإضافة إلى جزيئين من ATP نتجا لاهوائيا ، تم الحصول على ٦ جزيئات ، ٣ من كل جزيء من فوسفات الجليسرالدهيد . ويمكن حساب ناتج عملية تحلل الجلوكوز كالتالى :

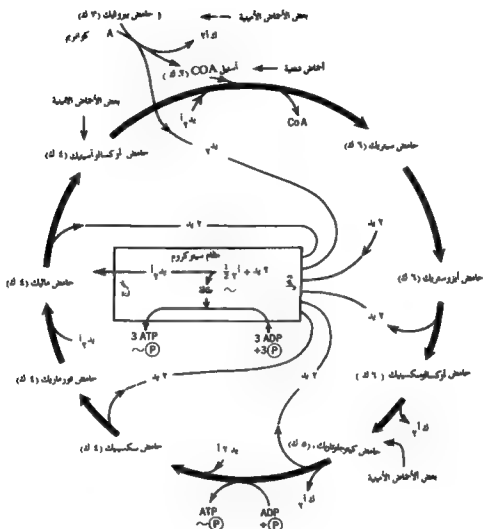


٢ - ٣٣ دورة كريس

جزء من الطاقة فقط في كل جزيء جلوكوز هو الذى يصبح متاحا خلال عملية تحلل الجلوكوز . كمية أكثر من الطاقة تنتج عن الأكسدة الكلية لحامض البيروفيك إلى ك^٢أ + يد^٢أ . وهى تحتاج للأوكسجين . وهذه المجموعة من التفاعلات التى تنظمها الإنزيمات تسمى دورة حامض الستريك أو دورة كريس (شكل ٢ - ٣٢) .

الخطوة الأولى أو الوسطى في أكسدة حامض البيروفيك هى إزالة ك^٢أ وتشطيط وحدى الكربون المتبقيتين من خلال اتحداهما مع كوانزيم A ، وهو جزيء عضوى . ويسمى المركب الناتج بأستيل كوانزيم A (acetyl CoA) . أثناء العملية تنزع ذرتان من الأيدروجين وتتحدان بواسطة نظام السيتركروم بالأوكسجين فيتكون جزيء واحد من الماء (جدول ٢ - ١) .

بعد ذلك يكثف أستيل CoA مع حامض الأوكسالوستيك ، فيتححر كوانزيم A ، ويتكون جزيء من حامض الستريك ، ويجرى على هذا الحامض تغيرات ينتج عنها أحماض عضوية متتالية (شكل ٢ - ٣١) . وخلال هذه العملية ينتج جزيئات من ك^٢أ وينزع أربعة أزواج من ذرات الإيدروجين بواسطة نظام السيتركروم مولدا ١١ جزيئاً من ATP ويتكون جزيء إضافي يسبق مباشرة تكون حامض السكسينيك ، وهو أحد الأحماض العضوية التى تتكون . (تنتج الأربعة



شكل ٢ - ٣٢ : دورة كريس . يتأكسد حمض البيروفيك (الناتج عن تحلل الجلوكوز ، شكل ٢ - ٣١) إلى ثاني أوكسيد الكربون ك أط وماء يد أ منتجا الطاقة . يحصل على معظم الطاقة بمرور ذرات الأيدروجين خلال النظام السيتر كرومي لتتحد مع الأوكسجين مكونة الماء . من ذرتين من الأيدروجين متفولتين تولد ٣ جزيئات من ATP لكل جزيء وصلة ذات طاقة عالية (* = ٢ يد من تحلل الجلوكوز) . نقاط إنتاج الطاقة يرمز لها بالرمز ~ ، اصطلاح هذه الطاقة في ATP يرمز لها بالرمز Ⓟ . عدد ذرات الكربون (ك) في كل مركب واضح الأماكن التي يمكن منها دخول الأحماض الدهنية والأحماض الأمينية للدورة مبنية .

أزواج من ذرات الإيدروجين ١١ جزيئا من ATP بدلا من ١٢ وذلك في حالة واحدة ينصر النظام السيتر كرومي ، وينتج جزيئان فقط من زوج من ذرات الأيدروجين كما أشير إليه في فقرة ٢ - ٣٠ . والخطوة الأخيرة في دورة كريس ينتج عنها حمض الأوكسالواستيك وهو قادر على أن يتحد

مع أستيل COA ويبدأ من جديد .

يتأكسد حامض البيروفيك تماماً إلى ك أ^+ + يد أ^+ . يتولد عن دورة حمسة جزيئات من الماء (في النظام السيتوكرومي) وثلاثة من ثاني أوكسيد الكربون . تستخدم ثلاثة جزيئات من الماء في الدورة وبذلك يكون الناتج الصافي هو جزيئان فقط . ينتج من كل جزيء من حامض البيروفيك ١٥ جزيئا من ATP ، يعطى جزيء الجلوكوز جزيئين من حامض البيروفيك ، وعلى ذلك فإن جزيء الجلوكوز يكون ٣٠ جزيئاً من ATP

يمكن تلخيص دورة كريس في الآتي :

٢ حامض البيروفيك + ١٠ أوكسجين + ٣٠ ADP + ٣٠ فوسفات \rightarrow ٦ ك أ^+ + ٤ يد أ^+ + ٣٠ ATP ومن ثم فإن جزيء الجلوكوز يمكن أن ينتج في النهاية ٣٨ جزيئا من ATP (جدول ٢ - ١) .

تقع أهمية هذه المجميع المقدمة من التفاعلات في أن الطاقة المنتجة تخزن في وصلات من ATP عالية الطاقة . ثم تستخدم في كل العمليات الحياتية للخلية التي تحتاج للطاقة. الاحتراق التام لوزن جزيئى واحد (١٨٠ جرام) من الجلوكوز ينتج ٦٩٠٠٠٠ سعرا من الطاقة . وزن جزيء واحد من ATP يخزن حوالى ١٠٠٠٠ سعرا . وحيث أن ٣٨ وزنا جزيئيا من ATP تتكون في التنفس الخلوى من وزن جزيئى واحد من الجلوكوز ، فإنه يخزن ٣٨٠٠٠٠ سعرا ، والباقي يفقد كحرارة (جدول ٢ - ١) . ومن ثم فإن كفاءة التفاعل تكون ٥٥ ٪ ، وهى أعلى بكثير من كفاءة أى ماكينة مصنعة .

٢ - ٣٤ أكسدة الدهون والأحماض الأمينية

جزيئات الجلوكوز والجليكوجين (مخزون الجلوكوز) هى التى تستخدم غالبا لإنتاج الطاقة . ولكنة يمكن الحصول على الطاقة اللازمة للعمليات الحياتية بتكسير جزيئات أخرى معينة ممتصة من القضاة المضمية وهى بالتحديد الأحماض الدهنية ، والجليسرول ، والأحماض الأمينية . تكسر الأحماض الدهنية بمجموعة من التفاعلات الأنزيمية إلى أستيل COA التى تدخل دورة كريس على هذه الصورة (شكل ٢ - ٣٢) . يتحول الجليسرول إلى أحد المركبات الوسطية الموجودة في عملية تحلل الجلوكوز ، وبذلك يتحول إلى حامض البيروفيك الذى يدخل دورة كريس . عندما تتحلل الأحماض الأمينية لإنتاج الطاقة ، فإنها قبل كل شئ يزال منها مجموعة الأمين (ن يد أ^+) ، ثم يتحول الحامض الكيتونى الناتج إلى أحد المركبات الوسطية التى تظهر أثناء عملية أكسدة الجلوكوز . ويتوقف نوع المركب الوسطى الذى يتكون على نوع الحامض الأمينى الذى يتأكسد (شكل ٢ - ٣٢) .

جدول ٢ - ١ ملخص للتنفس الخلوي

الطعام	إنتاج ATP	
	من طريق النظام المسوكروبي	من طريق إزاحة O ₂ - من المركبات العضوية
الطعام	توليد ATP عدد أزواج يد*	
البيسيدات الرئيسية للعضلات الحيوانية		
تحلل الجلوكوز (لاهوائي ، السيتوكزام)		
جلوكوز + 2ADP + 2P _i → 2 حمض البوليوليك + 2ATP + 4H ⁺	2ATP	
الوسط (هوائي)		
4H ⁺ + O ₂ + 6ADP + 6P _i → 6ATP + 2H ₂ O	2	6ATP
2 حمض البوليوليك + 2CoA + 6ADP + 6P _i + O ₂ →	2	6ATP
2 CoA + 2CO ₂ + 6ATP + 2H ₂ O		
دورة كريبس (هوائي في الميتوكوندريا)		
2 CoA + 2 + 24ADP + 24P _i + 4O ₂ + 6H ₂ O →		
2CoA + 2 الأوكسالوأسيتيك + 4CO ₂ + 24ATP + 8H ₂ O	8	22ATP
الاجنوع الكحل	2ATP	
جلوكوز + 6O ₂ + 6H ₂ O + 38ADP + 38P _i →	4ATP	12
6CO ₂ + 12H ₂ O + 38ATP		34ATP

* لا يمكن تزويج أيونات الأندروجين الناتجة عن تحلل الجلوكوز (لاهوائي) أن تولد ٦ ATP مالم ينقل إلى جهاز النقل

الأكسجين ، وهو جهاز لاهوائي ، وبالتالي يحدث الانفصال المذكور أعلاه .
المصدر : عبودة عن دانيال ج سيمونز .

مراجعة

- ١ - من أين تحصل الحيوانات على الطاقة ، وفي أى السبل تستخدم ؟ .
- ٢ - عرف الانتشار ، الغشاء شبه المنفذ ، الأسموزية .
لماذا تنحصر الأسموزية من العمليات الحيوية في الخلايا الحية ؟ .
- ٣ - دافع عن العبارة التالية : البروتينات هي أهم طائفة من المركبات العضوية في جسم الحيوان .
- ٤ - ماهو الإنزيم ، وما هو عمله ؟ .
- ٥ - صف عملية حيوانية نموذجية . ماهي وظائف الأجزاء الأساسية ؟ .
- ٦ - عرف الانقسام غير المباشر ، وأشرح المراحل المختلفة . ما هي أهمية الانقسام المباشر من ناحية الوراثة ؟
- ٧ - حيث أن الحيوان يذلل الكثير للحصول على الطاقة وتخزينها لاستخدامها في الجسم ، لماذا لا يعيد استخدامها مرات ومرات بدلا من استمرار الحصول على مصادر جديدة ؟
- ٨ - ما هي وظائف RNA, DNA في الخلية ؟
- ٩ - ماذا يعنى ، أزوداج القاعدة ، وما هي أهميتها في تخليق البروتينات ؟
- ١٠ - ما هي الخطوات الأساسية في إنتاج الطاقة من الجلوكوز ؟
- ١١ - ما هي أهمية النظام السيكرومي ؟
- ١٢ - كيف تخزن الطاقة التي تنتج عن تحلل الجلوكوز ودورة كريس لا استخدامها في جسم الحيوان ؟

لفصل الثالث

غطاء الجسم - الهيكل وعضلات الجسم

فيما عدا الحيوانات الدنيا ، فإن غطاء الجسم الخارجى فى جميع الحيوانات ، والإطار المدعم أو الهيكل ، والعضلات التى تقوم بالحركات والمشى ، مرتبطة ببعضها بشكل متباين . إن نوع الغطاء ، ونوع الهيكل ، وترتيب العضلات فى كل مجموعة حيوانية تعتمد على أسلافها ، وعلى نوع البيئة التى تقطنها ، وعلى طريقة معيشتها . فيما بين اللافقاريات ، فإن وظائف الحماية والتدعيم ، تكون غالبا مرتبطة فى هيكل خارجى متين مزود بالعضلات من الداخل . إن أكثر التصميمات كفاءة هى تلك التى توجد فى الحشرات ومفصليات القدم الأخرى ، التى لها قطع جسمية مفصلية وزوائد مفصلية ، والمجهزة بعضلات فردية عديدة متصلة ببروزات داخلية لأجزاء من الهيكل العظمى . وعلى النقيض من ذلك ، فإن الفقاريات منذ نشأتها تقريبا ، كان لها غطاء للجسم منفصل أو جلد ، وإطار مفصل داخل أو هيكل مزود بعضلات على أسطحه الخارجية ، كما توجد مفاصل الارتكاز والكرة والحق . العضلات فى الفقاريات ، بحجمها وترتيبها ، تعتبر مسؤولة جزئيا عن شكل الجسم .

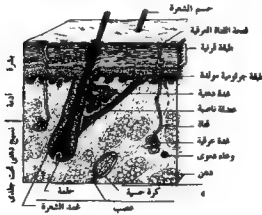
غطاء الجسم ٣ - ١ اللافقاريات

الجسم فى جميع الحيوانات له غطاء ما ، لحفظ البروتوبلازم بداخله ، وليعطى حماية فيزيقية ، كما يعمل على إبعاد الكائنات المسببة للأمراض . العديد من الأوليات (مثل الأميبا) تغطى فقط بنشاء الخلية الرقيق ، فى حين أن أوليات أخرى (برامسيوم) لها أيضا قشرة مرنة متينة . جميع الحيوانات عديدة الخلايا تغطى بنسيج هو البشرة . وفى العديد من اللافقاريات ذات الأجسام الرخوة التى تعيش فى الماء أو فى البيئات الأرضية الرطبة ، مثل اللواسع والديدان المفلطحة والبرقيات ، تكون البشرة عبارة عن طبقة وحيدة من الخلايا . البشرة فى ديدان كثيرة تفرز جليدا خارجيا غير غلوى كغطاء إضافي ، وهو رقيق فى ديدان الأرض ، وقوى فى الديدان المفلطحة والديدان الشريطية والديدان المستديرة . فى الحشرات والقواقع وبعض الحيوانات الأخرى ، تفرز البشرة هيكلا خارجيا واقيا هو القشرة .

أغطية مفصليات القدم الأرضية (مثل الحشرات ، والعناكب ، ومفويات الأرجل) تشمل جليداً وعادة طبقة رقيقة من الشمع ، وهى بذلك تحد من فقدان سوائل الجسم . هذا الترتيب ، بالإضافة إلى تكيفات أخرى للحياة في الهواء ، يمكن الحشرات والعناكب وذوات القرى ، من العيش في بيئات جافة .

٣ - ٢ الفقاريات

غطاء الجسم عبارة عن جلد ، وهو يتكون من بشرة خارجية وأدمة سفلية تحتوى على أوعية دموية وأعصاب وجسيم . وفي الأسماك تحتوى البشرة الرقيقة على غدد عديدة تفرز مخاطاً يقي الجسم من الخارج - القروش والقوبيات تكون لديها قشور سنية معرضة ومغطاة بالملح ، ومعظم الأسماك العظمية مدعمة بقشور أدمية تغلف الجسم . الفقاريات الأرضية (البرمائيات إلى الثدييات) يكون لها بشرة طبقة من عدة طبقات خلوية (شكل ٣ - ١) . الطبقة الخارجية تصبح متصلة أو قرنية ، كغطاء أكثر مقاومة ، وهى تتجدد باستمرار وذلك يتكون طبقات جديدة من قاعدة البشرة . جلد البرمائيات يكون غدياً ورطباً كما في الضفادع . وفي الطيور والزواحف والثدييات ، يكون الجزء القرني جافاً وأكثر متانة ، ليقاوم البلى والتحك في البيئات الجافة . وهو أيضاً يحد من فقدان الرطوبة بالتبخير ، وبذلك يحفظ سوائل الجسم . جلد الزواحف يحوى عادة على قشور أدمية تمنح حماية بدنية إضافية ، وفي السحالي والثعابين ، ينسلخ الغطاء الخارجي على فترات . الطيور تغطي بالريش ، تلك هي مكونات جلدة قرنية غير حية من البشرة تعمل كطبقة عازلة ، كما تمتع محيطاً خارجياً إنسياً لشكل الجسم ، وبالإضافة إلى ذلك فإنها تكون الأسطح المريضة للأجنحة والذيل المستعملة في الطيران . جلد الثدييات مغطى بشعر ، وهو نوع آخر من نتاج بشرى قرنى ، يستخدم أيضاً كطبقة عازلة . كلا لريش والشعر يستبدل دورياً بإنسلاخ القديم ونمو أغطية جديدة .



شكل ٣ - ١ : قطاع في جلد الإنسان ، مكرر وتغطى

إن الطيور والثدييات فقط بأغطية أجسامها المحافظة للحرارة ، هي « ذات الدم الحار » (ثابتة الحرارة أو داخلية الحرارة) ، وبتنظيم داخلي لدرجة حرارة الجسم . وجميع الحيوانات الأخرى من ذوات الدم البارد (متغيرة الحرارة أو خارجية الحرارة) مثل الضفدع ، وهي إما تتقبل الحرارة من بيئاتها أو تنظم الحرارة عن طريق البحث عن حرارة بيئية مناسبة. الفقمة والحيتان والثدييات المائية الأخرى تكون لها طبقات سميكة من الدهن تحت الجلد ، وهي تعمل كطبقة عازلة للجسم ، تحدد من فقدان الحرارة في الماء . جلد الإنسان (شكل ٣ - ١) يشبه غيره من الثدييات الأخرى ، ولكنه رقيق وضئيل الشعر على معظم الأجزاء. تبخر العرق المائي المفرز بواسطة الغدد العرقية يساعد في تبريد الجسم وتنظيم درجة حرارته في البيئات الحارة (فقرة ٧ - ٦) .

وهناك مكونات بشرية أخرى مقرنة ، تشمل قرون الماشية والأغنام (ولكن ليست مناطق الغزال) ، والمخالب والأظافر والحوافر والوسادات القرنية على أقدام العديد من الفقاريات الأرضية ، والمنقار وأغطية الساق في الطيور ، والقشور الخارجية على درع السلحفاة . المواد القرنية كلها من بروتينات غير قابلة للذوبان لدرجة عالية (كيراتينات) ، وهي مقاومة كثيراً للفتك والتحلل الكيميائي . بعض الكيراتينات الأخرى هي الأغشية القرنية لبيض الأسماك والهيكل القرنية لأسفنج الحمام ومراوح البحر (لواسع) .

٣ - ٣ الصبغ والتلون

وثمة وسيلة وقائية هامة في غطاء الجسم لحيوانات عديدة هي وجود مادة ملونة أو صبغ . الوقاية تكتسب بواسطة نموذج الصبغ (الصبغة ، انظر فصل ١٣) أو بواسطة كثافة ومدى الصبغ (للوقاية من أشعة الشمس)

الأجهزة الهيكلية

جميع الحيوانات في بعض الشعب والبعض في معظمها الآخر ، لها إطار متين ، أو هيكل يعطي دعامة بدنية وحماية للجسم ، ويكون غالباً أسطحاً لاتصال العضلات . غير أن الهيكل ليس ضرورياً على نحو قاطع ، حيث أن كثيراً من اللا فقاريات المائية وقليلاً من الحيوانات الأرضية ليس لديها هيكل . أجزاء من الهيكل في مفصليات القدم والفقريات تكون زوائد مفصالية تعمل كروافع للحركة . في مثل هذه الأحوال ، توجد علاقة تبادل وثيقة في التركيب والوظيفة بين الأجزاء الهيكلية والعضلات ، في حين أن تفاعلها يكون أكثر كفاءة .

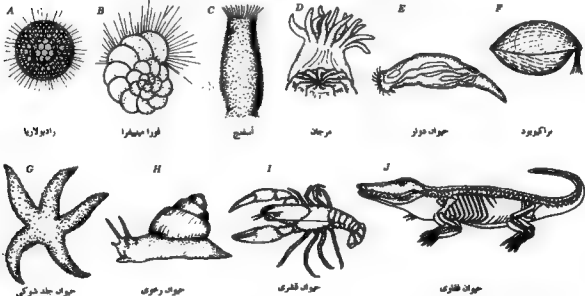
الهيكل (شكل ٣ - ٢) قد يكون صلبة أو قشرة أو أي غطاء خارجي (هيكل خارجي) ، كما على المرجان والرخويات ومفصليات القدم ، أو داخلي (هيكل داخلي) ، كما في الفقاريات والجلد شوحيات (قنائد البحر ، نجم البحر .. الخ) والهيكل صلب في المرجان وكثير من الرخويات (محار ، قواقع ، حبلر) وحيوانات أخرى ، ولكنه مفصلي ومتحرك بشكل متباين في الجلد شوحيات ومفصليات القدم والفقاريات . وهناك هيكل خارجي تعمل كدرع دفاعي ، كانت

موجودة في الحيوانات الحفرية مثل ذات الثلاثة نصوص ، الاستراكودما الأولية شبيهة الأسماك ، البرمائيات المبكرة (لا يبرتن دوت) وبعض الزواحف القدية (الدينا صورات) ، وتوجد أيضاً في البراكويودا الحية ، معظم الرخويات ، والأطوم (بلرنا كل) وبعض الأسماك والسلاحف والأرماييلو .

الميكمل الداخلي يحدد الحجم النهائي للحيوان ، وقد يصبح ثقيلاً لدرجة أن الكائن يجب أن يظل مشتباً . وذلك بسبب أن العضلات الداخلية لا يمكن أن تكون كبيرة وقوية بدرجة كافية لتحريك الإطار الثقيل . الميكمل الداخلي لحيوان فقاري يستلزم قصوراً بدرجة بعيدة ، وبعض الفقاريات قد وصلت إلى حجم ضخم ؛ وتلك تشمل البرنوزور وزواحف حفرية أخرى ، والفيلة الحية ووحيد القرن . بعض القروش والحيتان ، التي تدعم أوزانها جزئياً بواسطة الماء ، تعتبر أكبر حجماً (شكل ١ - ١) .

٣ - ٤ هياكل اللافقاريات

بعض الأوليات (الساركودينا ، السوطيات) تفرز أو تكون هياكل من مواد كلسية (جيرية) ، سليكية (زجاجية) ، أو عضوية . وهي غالباً ذات نماذج معقدة . الأسفنجيات تفرز عصباً مجهرية داخلية (أشوك) أو أليافاً من نفس أنواع المواد . هياكل المرجان والبراكويودا ، والجلدشوكيات والرخويات ، تتكون أساساً من الجير (كاك أم) ، وتبقى طوال حياة الفرد ،



شكل ٣ - ٤ : هياكل الحيوانات ، تحتلطي . (أ ، ب) أوليات (أ) راديولاريا ، شبكة من السيليكا (ب) فورامينيفيرا ، صدف جوية (ج) أسفنج ، إبر جوية دقيقة عديدة . (د) مرجان ، كأس صلبة كلسية (جيرية) ذات حواجز . (هـ) حيوان دوار ، جلد عتيق (زجاجي) (و) براكويودا صدفان جوييتان . (ز) حيوان جلد شوكي ، هيكل داخلي مفصل من صدفات جيرية . (ح) حيوان رخوي ، صدف جوية (ط) حيوان قشري ، هيكل خارجي كامل يكتين (ي) حيوان فقاري ، جمجمة ، فقرات ، أحزمة طرفية ، وهيكل الأطراف

٣ - ٥ هياكل الفقاريات

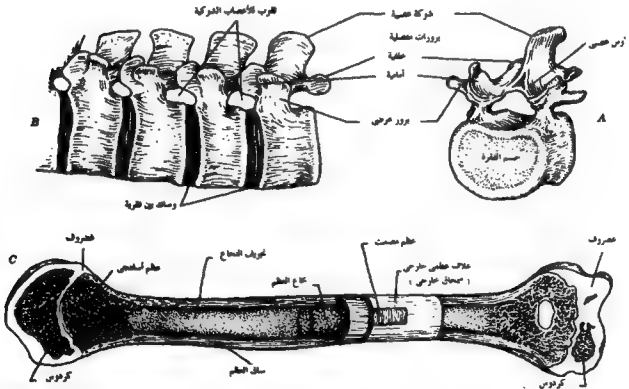
الميكمل الداخلي له نموذج أساسي عام ، يلاحظ أصلية تُرى في الإنسان (شكل ٣ - ٣) . من مستديرات الفم إلى الثدييات ، قد تتبع تسلسلاً تصاعدياً ، بالرغم من أنه توجد اختلافات كثيرة في الحجم والشكل للأجزاء المكونة ، وفي وجود أو غياب عناصر معينة . الملاحح الرئيسية في الحيوان الفقاري الأرضي موضحة في جدول ٣ - ١ . الميكمل يدعم الجسم ، وتتصل به العضلات ، ويحفظ المنح والجلل العصبي . في جميع الفقاريات ما عدا مستديرات الفم ، يشمل الميكمل إطاراً للفكوك والزعانف أو الأطراف الزوجية . الميكمل يتكون من غضروف زجاجي في مستديرات الفم اليافعة والقروش وفي أجنة جميع الفقاريات العليا ، ولكن في الطور اليافع للأسمك العظمية حتى الثدييات ، فالميكمل يتكون إلى حد كبير من العظم ، مع وجود غضروف فوق الأسطح المفصالية ، وفي أماكن أخرى قليلة . الأجزاء الميكملية تزداد في الحجم تدريجياً عن طريق النمو عند الأطراف أو الحواف (شكل ٣ - ٤ ج) . الجسممة والعمود الفقري والقص (عظمة الصدر) تكون الميكمل الهورى ، والأطراف والأحزمة تكون الميكمل الطرفي (جدول ٣ - ١) .

جدول ٣ - ١ : تقسيمات عامة للميكمل في حيوان فقاري أرضي

الميكمل الطرفى (طرفى ، مزدوج)		الميكمل الهورى (وسطى)		
الجسممة	العمود الفقرى	القص الصدري	صدري (أسمى)	حورى (عظمى)
عظلة المنح	قبرات	جلوع (زوجية ، عظمية حزام الكتف	حزام الكتف	حزام الكتف
	عظلة (ولبة)	أو غضروفية (عظم نوسى (ظهري)	حرقلى
عظلة حسية	صدريه (صلو)	قوة (أسمى)	عظم	عظم
(أنف ، عين ، لذن)	قلبية	قص (عظمة الصدر)	فراخ (عظمى)	وذكى
	(الظهر السفلى)			
أفريس صدوية	صدوية (ورك)		الطرف الأسمى	الطرف الخلفى
(فكوك ، لاسى ،	لبلبة (ذيل)		عظم الصدع (القرواح	عظم الصدع (ليدع)
حصرة)			الطوى)	
		الكبرة والزند	القصة والعظية	
		(اللواح الأسمى)	(الساق)	
		الربيع (مصمم)	وسع القدم	
		آشيطوى (كلف)	(الكاسل)	
		عظم (أصابع)	مفصليات (باطن	
			القدم)	
			عظم (أصابع القدم)	

٣ - ٦ العمود الفقري

في جميع الجليات ، أول جزء هيكل يظهر في الجنين هو عمود هلامي رفيع غير مقسم ، الحبل الظهرى ، الذى يمتد بطول محور الجسم بين القناة الضخمية والحبل العصبي . ويبقى طوال الحياة في السقيم ومستديرات القم ، ولكن في الأسماك والأنواع العليا ، فإنه يحاط فيما بعد بعظم الظهر الذى يحل محله ، ويعرف بالعمود الشوكي مكوناً من فقرات منفصلة (شكل ٣ - ٤ ، أ ، ب) . جسم الفقرة البكرى الشكل له قوس عصى ظهري يحيط بالحبل العصبي . في ذيل الأسماك ، كل فقرة لها أيضاً قوس دموى بهنئى حول الشريان والوريد الرئيسيين ، هذا القوس ينفرج في الجسم أو المنطقة الجزعية ، ويكون تراكيب تشبه الضلوع مدعمة الأعضاء الداخلية . في الفقاريات الأرضية ، يحمل جسم الفقرة زوجاً من البروزات العرضية كنقط اتصال للضلوع الحقيقية لتلك الحيوانات (نادرأ في الضفادع) . عند كل طرف لجسم الفقرة ، يوجد بروزان مفصليان ؛ هما قد تتحرك الفقرة على تلك التى تقع أمامها أو خلفها مباشرة . العمود الفقري في الأسماك يوجد فقط في منطقتي الجلدع



شكل ٣ : تركيب مكرر للعظم (أ) فقرة قطنية للإنسان (ب) جزء من العمود الفقري (ج) منقطة قطنية في الإنسان توضح الطريقة التى بها تتصل الفقرات وكذلك الوسائد بين أجسام الفقرات ، والقوسب للأعصاب الشوكية المتصلة بالحبل الشوكي (ج) قطاع في عظمة طويلة : الجسم (ساق العظم) ذو غطاء (كردوس) عند كل طرف . يحدث انحراف في الطول : من المنطقة التصروفية بين الجسم والأطراف . الأطراف مطبقة بعضروف ناعم مفصل . (ج ، ع ، وورودمان .)

والذيل ، ولكن في السلمندر والزواحف والثدييات ، فإنه يوجد في خمس مناطق : الرقبة أو العنقية الصدر بالضلوع ، الظهر السفلى أو القطنية ، الحوضية أو العجزية ، متصلة بحزام الطرف الخلفي ، والمنطقة الذيلية . الفقرات الذيلية قليلة في الإنسان والطيور ، الفقاريات السباحة طويلة الأجسام لها فقرات عديدة وثنية بعضها كثيراً ، كما يرى في ثعابين الماء والأسماك المماثلة ، وفي بعض أنواع السلمندر (سيون) ، وفي بعض الزواحف الحفرية . ، وفي الحيتان . الثعابين الحية الأرضية التي تتحرك سباحة ، لها فقرات عديدة (شكل ٢٥ - ١٣) . الضلوع في الفقاريات الأرضية عادة تتصل بطنيا بعظمة الصدر أو القص ، غير أن تلك غير موجودة في الثعابين . القص في الطيور له عرف وسطي كبير لاتصال عضلات الطيران القوية .

٣ - ٧ المجموعة

هذا التركيب الذي يشكل رأس الحيوان الفقاري . يبدأ في الجنين كضروف ، ويتكون من (١) محفظة المخ أو صندوق المخ الذي يأوي المخ ، (٢) ثلاثة أزواج من المحافظ الحسية لأعضاء الشم والإبصار والسمع ، ؟ (٣) الهيكل الحشوي ، الذي هو عبارة عن سلسلة من الأقواس الزوجية تمتد بالفكوك ، بدعامة اللسان (الجهاز اللامي) ، وبدعامات للمنطقة الحشوية . هذا التركيب للمجموعة يستمر على هذه الحالة في القروش والقوبيات اليافعة ، ولكن في الأسماك العظمية والأنواع الأعلى ، فإن محفظة المخ الضروفية تستبدل بعظام عديدة ، وكذلك المحافظ والفك العلوي تصبح أكثر اتصالاً بالمحفظة الحية . في الفقاريات الأرضية تصبح لأجزاء من الأقواس الحشوية فوائد أخرى . كلا الشكل العام والتركيب التفصيلي للمجموعة في الأطوار اليافعة لفقاريات عديدة ، مختلفان . والدراسة المقارنة من الأسماك للتدييات تبدي إختلافات كثيرة ، تشمل أختاراً في عدد من لعظم به ، إلا أنه يوجد استمرارية أساسية في الشكل خلال السلسلة الكلية .

٣ - ٨ الأطراف

مستديرات الفم ليس لها زوائد جانبية ، ولكن القروش والأسماك العظمية لها زوجان من الزوائد ، الزعانف الصدرية والحوضية ، مزودة بأجزاء هيكلية مكونة من أشعة زعغنية . كل زوج من الأطراف يستند على هيكل أو حزام . الفقاريات الأرضية لها زوجان من الأطراف في أماكن الزعانف ، وتلك مدعمة بواسطة الحزامين الصدري والحوضي على الترتيب

في معظم الفقاريات الأرضية ، يشتمل الحزام الأمامي أو الصدري على عظم اللوح من الجهة الظهرية ، والترقوة الرقبية ، والعظم الغرائي العريض من الجهة البطنية . الثدييات ليس لها العظم الغرائي (أشكال ٣ - ٣ ، ٢٧ - ١) . والصفادع لها عظم فوق لوحى إضافي (شكل ٢٥ - ٣) . العظم الغرائي والترقوة تتصل مع عظم الصدر الوسطى البطنى أو القص ، وهو غضروف في معظمه ويتكون من أجزاء عديدة . عند تقابل العظم اللوحى والغرائى ، يوجد إنخفاض ضحل (تجويف أروح) فيه يتم فصل رأس عظم العضد .

الحزام الخلفى أو الحوض عبارة عن هيكل صلب قوى ، يوصل الأطراف الخلفية بالعمود الفقرى ، وهو ينقل القوة فى المشى من هذه الأطراف إلى الجسم . ويتركب الحزام الحوضى من ثلاث عظام على كل جانب ، الحرقى الطويل للأمام، الوركى للخلف ، والمانى بطنياً . عند تقابل هذه العظام الثلاث ، يوجد تجويف كأس الشكل ، التجويف الحقى الذى فيه يتم فصل رأسى عظم الفخذ .

زوجا الأطراف يتباينان فى الحجم ، ولكن لهما عظام وأجزاء مقارنة كما يلى :

الطرف الأمامى (الذراع)

عظم العضد (الذراع العلوى)

عظم الكعبرة والزند (الذراع الأمامى)

عظم رسغ اليد (المعصم)

عظام مشطيدوية (كف اليد)

عقل (الأصابع)

الطرف الخلفى (الرجل)

عظم الفخذ (الفخذ)

عظم القصبة والشفية (الساق أو الرجل السفلى)

عظم رسغ القدم (الكاحل)

عظام مشطقدمية (باطن القدم)

عقل (أصابع القدم)

كل طرف يتميز بإنتهائه بخمسة أصابع . العظم المكون للأضمة والأطراف متشابه فى الأصل من البرمائيات حتى الثدييات ، على الرغم من تحوره كثيراً للتكيف لطرق معيشية خاصة (شكل ١٣ - ٢) قد يمين بين مختلف الفقاريات فقدان الأصابع ، الاتحاد بين عظام أخرى ، والأختزال أو فقدان النام للزعانف ، للأطراف ، وللأضمة . بعض أنواع السلمندر لها فقط أربعة أو ثلاثة أصابع فى كل قدم . ولا يوجد طائر حى واحد له أكثر من من ثلاثة أصابع فى الطرف الأمامى ، أو أربعة أصابع فى الطرف الخلفى. الأختزال فى عدد أصابع القدم يحدث فى كثير من الثدييات ، الحصان يحير حالة متطرفة ، إذ أن له أصبعاً واحداً فضلاً على كل قدم (شكل ١٣ - ٩) . عظم الكعبرة والزند وعظم القصبة والشفية متحدة فى كثير من الأنواع التى لديها حركة دورانية بسيطة للأطراف الأطراف والأصابع مختزلة كثيراً فى بعض أنواع السلمندر والسحالي ، وغالبية فى القليل من السحالي وفى جميع الثعابين . الحيتان وبقر البحر ليس لها أطراف خلفية ، وبين الأسماك نجد أن ثعبان السمك يفترق إلى زعانف حوضية . الأطراف أو الأضمة الضامرة فى الحيتان والأصلة والفقاريات الأخرى عديمة الأطراف ، تدل على أن هذه الحيوانات قد انحدرت من أسلاف ذوات أطراف .

كل عظمة تكون مبنية على أسس هندسية جيدة في كل من التركيب العام والمجهري . العظمة المعرضة لضغوط ثقيلة تكون مقواة من الداخل ، وحيثما تتصل العضلات أو الأربطة القوية ، فإن الحاراج يكون خشنا . العظام المثبتة من محفظة المخ والحزام الحوضي تكون متصلة مع بعضها بطريقة لا تسمح بالحركة ولكن معظم العظم تكون له القدرة على الحركة بواسطة أسطح مفصالية ناعمة عند المفاصل ، حيث تتحرك عظمة فوق أخرى عند الكتف والورك ، توجد مفاصل الكرة والحق ، تسمح بدوران العضو المتحرك (عظم العضد ، الفخذ) ، الركائز المفصالية التي تسمح بالحركة في مستوى واحد يوجد عند الكوع ، والركبة وغير ذلك . العظام المتحركة تتصل ببعضها البعض بواسطة أربطة من نسيج ضام كثيف ، بجانب العضلات والأوتار التي تحركها .

الأجهزة العضلية

تعتبر القدرة على الانقباض خاصة أساسية للبروتوبلازم ، ولكن في معظم الحيوانات نجد أن الانقباضات التي تحدث تغيرات في الشكل أو الهيئة والحركة ، تحدثها ليفات خاصة أو أنسجة عضلية (فقرة ٢ - ٨) . كثير من الحيوانات عديدة الخلايا القادرة على الحركة تكونت لديها مجموعات من العضلات لتؤدي هذه الحركات .

٣ - ٩ اللافتاريات

الأوليات البسيطة مثل الأميبا ، يمكن أن تقبض أو تمد الجسم وحيد الخلية في أى اتجاه (شكل ١٥ - ٤) . الأوليات الأخرى ذات التركيب الأكثر تخصصاً مثل الفوريتسيلا ذات العتق ، يكون لها ليفات متقبضة خاصة (خيوط عضلية) . جدار الجسم في اللواسع يحتوى على خلايا طلائية عضلية تشبه حرف T ذات ألياف متقبضة في الجزء القاعدي ، هذه الخلايا ترتب في مجموعات متقابلة (شكل ١٦ - ٨) ، التي بواسطتها يمكن للجسم أن يحتزل في كل من الطول والعرض . الديدان المفلطحة لها عادة ألياف عضلية ذات ثلاث اتجاهات - طويلة ، عرضية ، وظهر بطنية (شكل ١٧ - ٣) ، إنقباض تلك العضلات في أى مستوى يدفع الجسم الرخو إلى الامتداد في المستويات الأخرى ، مثلما يحدث تقريبا لسان الإنسان عندما يتحرك . في الديدان المستديرة ، تكون جميع الخلايا العضلية مرتبة في صفوف تجاه جدار الجسم ، وموازية لمحور الجسم الرئيسي (شكل ١٧ - ١٠) . الانقباض المتبادل للألياف على امتداد الجوانب المقابلة من الجسم ، يمكن الدودة من أن تنثنى وتستقيم ، ولكنها لا تستطيع أن تلتوى بحرية أو تمد الجسم طولياً . في دودة الأرض ، يشتمل جدار الجسم على طبقتين من العضلات ، طبقة خارجية عرضية وأخرى داخلية طويلة . إنقباض الطبقة الخارجية يسبب طول الجسم المليء بالسوائل ، وإنقباض العضلات الطولية يقصره . القشريات ، الحشرات ، ومفصليات القدم الأخرى ، تعتبر اللافتاريات الوحيدة التي تمجد عن التركيب « الطبقي » للعضلات ؛ إذا أن لها عضلات كثيرة منفصلة ، متنوعة في الحجم والترتيب ، والاتصالات ، تحرك هذه العضلات قطع الجسم وأجزاء من لأرجل المفصالية

والزوائد الأخرى . هذه العضلات تكون مثبتة للأسطح الداخلية للهيكل الخرجي وتعمل فوق ركاتر مفصليّة بين الأجزاء المتجاورة . يرقّة الفراشة وقد يكون لديها ٢٠٠٠ عضلة منفصلة .

٣ - ١٠ الفقاريات

جسم الجسم الحيوان الفقاري يحتوي على ثلاثة أنواع من الألياف العضلية - ملساء ، قلبية ، ومخططة - التي تختلف في التركيب المجهرى والوظيفة (فصل ٢) . العضلات الهيكلية أو الإرادية (شكل ٣ - ٥) تكون متصلة بالعظام ، وتعمل لإدائها مسببة الحركة والتنقل . كل عضلة تتكون من العديد من الألياف المخططة المتوازية ، متساكة مع بعضها بواسطة نسيج ضام . الأطراف المقابلة تكون مثبتة بعظام منفصلة أو أجزاء أخرى ، بواسطة امتدادات من نسيج ضام . الطرف القريب (تجاه مركز الجسم) أو الأقل حركة هو مثبت العضلة ، وذلك البعيد (بعيداً عن مركز الجسم) أو المتحرك هو مندغم العضلة . كثير من العضلات لها نسيج ضام تمتد كوتر رقيق يتصل عند مسافة ما من العضلة نفسها . عند قطع الطرف السفلى ، لأقدام والأصابع ، تمر بعض الأوتار أسفل أربطة عريضة تعمل كبرك . وعمل العضلة هو أن تنقبض ، أو تقصر في الطول ، وبذلك تسمح للتركيبين الذين تتصل بهما ، بالاقتراب من بعضها . العضلات ترتب عادة في مجموعات متقابلة ، فيما على نين الأنواع العامة ، وذلك بالنسبة لطريقة العمل ، مع مثال من كل :

عضلات مثبتة : تننى حزناً على آخر ، العضلة ثنائية الرأس تننى الساعد نحو العضد .

عضلات مجعدة : تسحب جزءاً بعيداً عن محور الجسم (أو من طرف) ؛ العضلة الدالية تسحب الذراع للأمام .

عضلات مقربة : تقرب جزءاً من محور الجسم (أو من طرف) ؛ العضلة الظهرية العريضة ، تسحب الذراع إلى أعلى وإلى الخلف .

عضلات خافضة : تخفض جزءاً ، العضلة الخافضة الفككية ، تحرك الفك السفلى إلى أسفل لتفتح الفم .

عضلات رافعة : ترفع جزءاً ، العضل الماضغة ، ترفع الفك السفلى لتغلق الفم .

عضلات دوارة : تدير جزءاً ؛ العضلة كثرية الشكل ، ترفع وتدير عظمة الفخذ .

عضلات كاية : تحرك الجانب البطنى إلى أسفل تدير كف اليد نحو أسفل .

عضلات باطحة : تقلب الجانب البطنى إلى أعلى ، تدير كف اليد إلى أعلى .

في كثير من حركات أجزاء الجسم ؛ تعمل عدة عضلات مع بعضها ؛ البعض ينقبض أكثر من الأخرى ، ومثل هذا التناسق يوجه بواسطة الجهاز العصبي . كل ليفة أو مجموعة ألياف لها صفائح طرفية لأعصاب حركية تنقل التأثير لتحث على الانقباض (شكل ٩ - ٧ هـ)

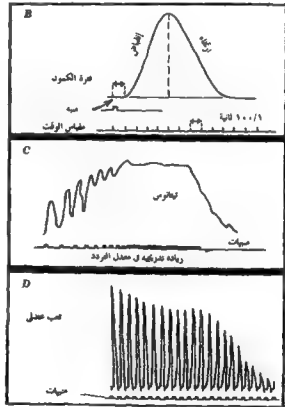
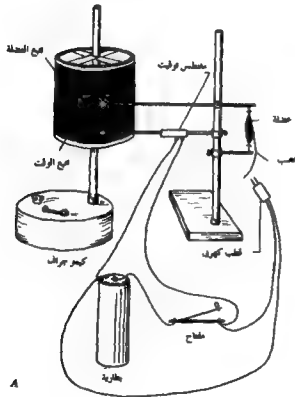


شكل ٣ - ٥ : العضلات السطحية لجسم الإنسان (الصدرية الرئيسية والمائلة الخارجية منزوعة من الجانب الأيسر) .

٣ - ١١ العضلة والعصب

في الحيوان الحى ، ينتج انقباض العضلة (قصرها) من سيالات عصبية تمر من الجهاز العصبى المركزى بطول العصب . قد يوضح ذلك بواسطة تحضير العضلة بالعصب مثل العصب الوركى والعضلة الساقية البطنية التى يحصل عليها معا من ضفدعة حيه (شكل ٣ - ٦ أ) . يثبت أحد طرفى العضلة ، فى حين أن الطرف الآخر يتصل برافعة تكرر أو تسجل أى تغير فى طول العضلة . يتم تعريض العصب السيالات على هيئة صدمات كهربية قصيرة . بدءا من صدمة ضعيفة جدا لتحث أية نتيجة وزيادة الشدة تدريجيا ، إلى أن تصل إلى مستهل التنبيه الذى عنده ينتج الانقباض البسيط للعضلة . مع الزيادة المطردة فى شدة الصدمات ، يحدث تزايد فى قوة الانقباض ، ولكن فى النهاية لا يكون للسيالات الأقوى أى تأثير أبعد من ذلك . إذا قطعت كل ألياف العصب فيما عدا ليفة واحدة ، وتلك الليفة تنبه بقوة متزايدة ، لا يحدث شيء حتى نصل إلى المستهل - حينها تكون

الاستجابة حداً أقصى في الحال . ويعرف هذا بتأثير الكل أو العدم . الزيادة التدريجية في التأثير في التحضير الكل للعضلة والعصب ينتج من الألياف المختلفة التي لها مستويات مختلفة إختلافاً بسيطاً . الانقباض في عضلة فردية يتبع نموذجاً مميزاً (شكل ٣ - ٦ ب) يستمر حوالي ٠.١ من الثانية . الفترة بين التنبيه الأول وقصر العضلة ، وهي حوالي ٠.١ من الثانية ، تعرف بالفترة الكامنة . بالرغم من أنه لا يحدث تغير ألى ظاهر خلال هذه المرحلة ، فإن تفاعلات تتم بداخل العضلة تطلق الطاقة اللازمة للانقباض . المرحلة الثانية ، وتعرف بفترة الانقباض ، تستمر حوالي ٠.٠٤ من الثانية . وفي النهاية تستمر فترة الارتخاء حوالي ٠.٠٥ من الثانية ، تعود العضلة لطولها الأصلي وحالتها الفسيولوجية الأصلية . حينئذ يبعد بين الصدمات الفردية بأوقات كافية ، فإن العضلة ترغى كلية لطولها الأصلي بينها . ولكن إذا كررت الصدمات عند فترات متقاربة ، فإن العضلة لا ترغى ، هذه الحالة تسمى ارتعاشاً . مع تذبذب أعلى من النبء ، فإنه لا يحدث ارتخاء ولكن إنقباض مستمر سلس ، تسمى هذه الحالة تشنجا



شكل ٣ - ٦ : إنقباض عضلة إرادية (أ) تحضر عضلة بالعصب متصل بكميو جراف لتسجيل الانقباض حينئذ يثبت العصب بواسطة حافز عصبي من بطارية (ب) يرسم تخطيطي لانقباض محدد وأنشيط بعد تنبيه واحد . تسجيلات الكيمو جراف . (ج) التيتانوس (إنقباض مستمر) بتردد أعلى لتسببات (د) تذبذب ناتج عن تسببات متكررة على فترة طويلة .

(تيتاناس) . الحركات العادية للحيوان ككل ، تحدث نتيجة لا انقباضات تشنجية . في الإنسان ، أثناء ساعات المشي ، بعض الألياف في كل عضلة تكون في حالة تشنج ، معطية إحساساً ثابتاً للعضلات . مثل هذا الشد أو التوتر العضلي المستمر يحافظ على الجسم في حالة عادية .

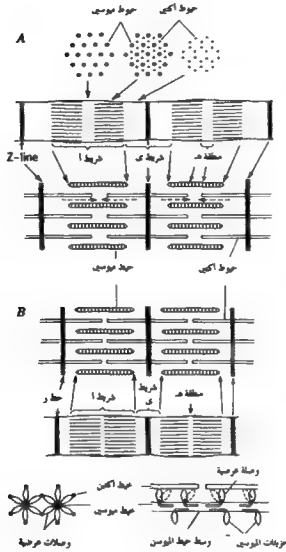
٣ - ١٢ الانقباض العضلي

كثير من العضلات المخبطة يمكنها أن تنقبض بسرعة قصوى (كما في جناح الحشرة) وتعمل ذلك بصفة متكررة لوقت ما . في سباق مائة ياردة ، قد تنقبض عضلات رجل المتسابق ٣٠ مرة في ١٠ ثوان في النهاية يتكون لدى المتسابق « دين أوكسجينى » يزول بحركات تنفسية عميقة وسريعة لبضع دقائق . في العضلة سريعة الانقباض ، يستهلك الأوكسجين وينتج ثنائي أكسيد الكربون ، يمتزج المحتوى الجليكوجينى ، ويتراكم حامض اللبنيك ، وينتج عن ذلك حرارة زائدة (أنظر دورة الكريس ، فقرة ٢ - ٣٣) .

الدراسات الخاصة بواسطة إنغراف أشعة X- والصور المجهية الألكترونية ساعدت في إيضاح عملية الانقباض . العضلة تتكون من عدة ألياف تتصل بها صفائح طرفية لأعصاب حركية . كل ليفة تتكون من حزمة من ليفات حوالى واحد ملليميكرون في السمك . كل ليفة تيدى نموذجاً متكرراً من أشرطة فاتحه وداكنة . بين كل خطين ضيقين دالكنين ز يوجد شريطان فاتحان وشريط داكن أ وهذا الأخير يخرقه في الوسط منطقة فاتحة هـ (أنظر أشكال ٣ - ٧ ، ٣ - ٨) . عند الانقباض ، الشريط ا يبقى ثابتاً ، ولكن كل الشريط ي والمنطقة هـ تصبحان ضيقين . هذه الحقائق يمكن توضيحها بإتخاذ نموذج من ليفة عضلية مركبة من خيوط مرتبة طولياً تنزلق فوق بعضها البعض . المظهر الألكترونى يوضح نوعين من الخيوط ، نوعاً ضعيف الآخر في السمك . الخيوط السميكة تكون الأشرطة أ . هذه الخيوط متصلة ببعضها بواسطة وصلات عرضية ، وكل خيط سميك يكون متصلاً بستة خيوط رفيعة مجاورة كل على حدة . الخيوط السميكة تحتوى على بروتين الميوسين ، والخيوط الرفيعة تحتوى على بروتين الأكتين الوصلات العرضية تتكون من الرؤس الكروية لجزيئات الميوسين . نظرية الانزلاق الخيطى تعتبر أن الانقباض يستلزم تغيراً في القوى الكهربائية بداخل الوصلات ، وبعد بطاقة ناتجة من انشطار ATP جزيئات الميوسين تعتبر موجهة في اتجاهات مضادة في التصفين من خيوط الميوسين (شكل ٣ - ٧) . والوصلات يعتقد أنها تطول وتقلص قوة شد على خيوط الأكتين ، تحركة إياها بأسلوب يشبه السقاطة ، نحو وسط خيوط الميوسين . وصلة ما قد تتصل بمكان نشط على خيط الأكتين ، تشد الخيط لمسافة قصوى ، ثم تطلعه وتتصل بالمكان النشط التالى .

جزء الميوسين يحتوى على موقع للترابط مع الأكتين وموقع للميوسين أدينوزين ثلاثى الفوسفاتيز (ATP ase) . في غياب الأكتين ، يكون موقع الأدينوزين ثلاثى الفوسفاتيز غير نشط ، ويرتبط الميوسين مع ATP ولكنه له قدرة محددة على تحرزته . حينما يلاص الميوسين الأكتين ، فإن يكون أكتوميوسين ، ويتغير موقع الأدينوزين ثلاثى الفوسفاتيز ليكون أكتوميوسين ATP. أيونات المنيسيوم (ما) يجب أن تكون موجودة لأنه يولد أنها تربط ATP مع الميوسين ، ويعمل الأكتوميوسين أدينوزين ثلاثى

الفوسفاتيز على وسط من جزيئات مغنسيوم ATP انشطار ATP يطلق طاقة للحركة .



شكل ٣ - ٧ : التغيرات في ليفة عضلية حينما تقبض خيوط الأكتين والميوسين تنزلق واحدة فوق الأخرى (أنظر أيضاً شكل ٣ - ٨) ليفة عضلية أثناء الراحة لأعلى : خيوط كما تظهر في قطاع عرضي للليفة عضلية عند ثلاثة مستويات موضحة بالأسهم : لأسفل : رسم تخطيطي لوضع الخيوط . ب : ليفة عضلية منقبضة . لأعلى : الخيوط قد غيرت في الوضع وليس في الطول . لأسفل : الأسلوب المتوقع لحركة الخيوط . على اليسار : خيوط في قطاع عرضي موضحة وصلات عرضية مكونة من رؤوس كروية من جزيئات الميوسين . على اليمين : منظر جانبي ، مينا حركة سقاطية لرعوس جزيئات الميوسين التي تتحرك في اتجاهات متضادة في النصفين لخيوط الميوسين . الأسهم المنقطعة في ا تين إتجاه حركة خيوط الأكتين (عن هـ . أ . هاسلي) .

الطاقة اللازمة لانقباض العضلات وللعمليات البيولوجية الأخرى ، يتم الحصول عليها كلية من الجلوكوز (ك٦ يد١٣ أ٦) الناتج من هضم الطعام والذي يحمله مجرى الدم . حينما يحتزن الجلوكوز (في الكبد ، في العضلات .. الخ) ، فإنه يتحول إلى جليكوجين (ك٦ يد١٣ أ٦) عندئذ ، في الواقع ، فإن الجلوكوز يتأكسد إلى ثاني أكسيد الكربون وماء . وقد كان يظن من قبل أن الجلوكوجين يستعمل مباشرة إلى حد ما لانطلاق الطاقة ، لأن بعضه يُخزن من العضلة مع انقباضات قوية ومتكررة . وفي الحقيقة ، فإن تحوله يستلزم من تفاعلات وسطية .

بالإضافة إلى ذلك ، هناك مواد أخرى في العضلات تستخدم في دورة الانقباض والطاقة متضمنة الاسترداد . العضلة أثناء الراحة تحتوي على (١) أدنينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP) . (٢) فوسفات الكرياتين (CP) ؟ (٣) جليكوجين . مع الانقباض ، يحدث لكل منها تغير كيميائي ، وكل تفاعل تنطلق منه طاقة أكثر . التحليل الكيميائي يوضح الآتي :

١ - ATP يتحول إلى أدنينوزين ثنائي الفوسفات (ADP)

٢ - فوسفات الكرياتين (CP) يتكسر إلى كرياتين وفوسفات غير عضوي (P_i)

٣ - الجليكوجين يتحول إلى حامض اللبنيك .

الطاقة الناتجة من التفاعلات الثلاثة المذكورة أعلاه ، تستخدم كآلاتي :

١ - تكسر ATP يعطي الطاقة الحقيقية للانقباض العضلي .

٢ - أنقسام CP يعطي الطاقة لإعادة تخليق ATP

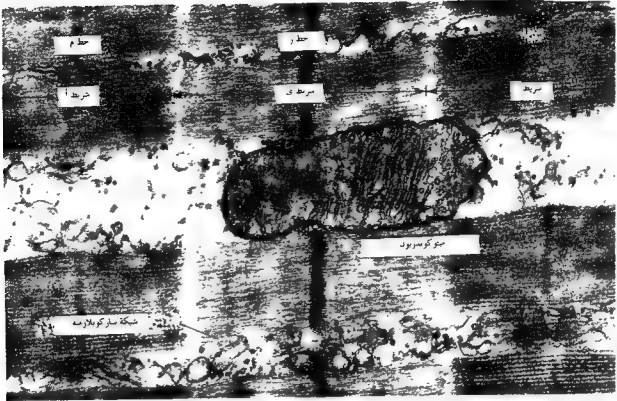
٣ - التفاعلات العديدة التي تحول الجليكوجين إلى حامض اللبنيك ، تعطي طاقة لإعادة تشكيل

CP من P_i

٤ - الأكسجين يتفاعل مع حوالي خمس حامض اللبنيك ليعطي الطاقة اللازمة لإعادة تحويل الأربعة أمماس الباقية من حامض اللبنيك إلى جليكوجين .

إنشطار كل من CP, ATP يتم بواسطة التحلل المائي ، ولا يستلزم تفاعلاً مع الأكسجين ؟ . ومن ثم فإن من الممكن أن يستمر تحت ظروف غير هوائية . وعلى التقيض ، فإن إعادة تحويل حامض اللبنيك إلى جليكوجين يكون هوائياً ، مستلزماً استخدام بعض من الأكسجين الموجود في العضلة . « دين الأكسجين » يتكون بواسطة تكسر الجلوكوز إلى حامض اللبنيك . دين الأكسجين يحدث لأنه أثناء التمرين العنيف ، تكون العضلات حامض اللبنيك بسرعة أكبر من ورود الأكسجين ليؤكسد حامض اللبنيك . نتيجة لذلك ، يتجمع حامض اللبنيك . ويجب إزالة بالأكسدة عن طريق دورة حامض الستريك أو بإعادة تحوله إلى جليكوجين - كلا العمليتين اللتين تحتاجان لأكسجين .

كلا ATP, CP موجودان ونشطان في معظم الخلايا الحية . إذا أستخدم ATP لحيوط أكتوميوسين أو لعضلة مجهزة على نحو ملائم ، فإن الحويوط أو العضلة تنقبض . الميوسين هو الأنزيم الذي يساعد على تكسر ATP إلى ADP وفوسفات غير عضوية . جميع التفاعلات في العضلات - هدم أو بناء - تتم بواسطة الإنزيمات الخاصة بكل تفاعل .



شكل ٣ - ٨ : صور بالمجهر الإلكتروني لألياف عضلية مصبوغة من عضلة ضفدع (قارن لفرة ٣ - ١٢) في قطاع طولي ($\times 33,000$) . شريط ي (فاتح) من خيوط منفردة فقط ، أشرطة ا (داكنة) من خيوط أسك . (صورة مجهرية أصلية بواسطة د . ل . د . يثنى ، جامعة كولومبيا) .

الخلية العضلية تحتوي على جهاز من جزيئات مرتبطة بالأغشية ، الشبكة الساركوبلازمية ، المماثلة للشبكة الأندوبلازمية للخلايا الأخرى . وهذه الشبكة مهمة في نقل الأيونات المستخدمة في الانقباض . هذا الجهاز يمتد فيما بين الليقات ، وتوجد علاقة هامة بينه وبين الخواص الكهربائية لغشاء الخلية . الأغشية الشبكية ترتبط مع الكالسيوم أو تنقله بنشاط من سيتوبلازم الليقات إلى المسافات الشبكية ، منخفضة تركيز السيتوبلازم من أيونات الكالسيوم الحرة . أنشطار ATP يعطي الطاقة اللازمة لهذا الانتقال . من الواضح في فترة الانقباض ، أن جهد الفعل للعضلة يسبب إزالة استقطاب الأنابيب الصغيرة الذى ينتشر بسرعة في الخلايا العضلية عن طريق الجهاز الشبكي ، ويجعل أيونات الكالسيوم المختزنة في الشبكة تنطلق إلى الليقات . الأيونات تنشط الأكتوميوسين أدنينوزين ثلاثي فوسفاتيز . بانقطاع النشاط الكهربى ، فإن انطلاق الكالسيوم يتوقف ، وتنقل الأيونات بنشاط ثانية لمناطق التخزين الشبكية . يهبط نشاط الأكتوميوسين أدنينوزين ثلاثي فوسفاتيز ، وتنسبط الليقات العضلية . في غياب أيونات الكالسيوم ، يكون خيط الأكتين غير قادر على أن ينشط الميوسين ثلاثي فوسفاتيز، أيونات الكالسيوم تزيل هذا التنشيط . الميوسين أدنينوزين ثلاثي فوسفاتيز ينشط ويبدى الانقباض .

العضلات تنقبض لتؤدي عملاً ، حوالي ٣٠٪ من الطاقة المستخدمة تؤدي هذا الغرض ، التوازن ينتج حرارة . حوالي أربعة أحماس من كل حرارة الجسم تستمد من هذا المصدر . الآلات الميكانيكية تحول فقط ١٢ إلى ٢٥٪ من الطاقة المعطلة إلى عمل مفيد ؛ جسم الحيوان يكون على ذلك « آلة » أكثر كفاءة .

الإجهاد-عدم القدرة على استمرار الانقباض - ينتج من تراكم حامض اللبنيك وإستنزاف الجليكوجين و ATP . ومن الواضح أن الصفائح الطرفية الحركية للعضلات تصبح غير نشطة بواسطة حامض اللبنيك . (إذا ما أوقف تكون حامض اللبنيك بإستخدام سم ، حامض أيودو أسيتيك ، فإن العضلات تواصل إنقباضها)

٣ - ١٣ العضلات وحركات الجسم

أثناء الحركة ، كل زوج من العضلات المتقابلة يدي إيقاعاً لنشاط متبادل . إذا إستخدم أكثر من مثل هذا الزوج ، فإن عملها يدي تتابعاً منتظماً . النموذج الأول ، كما في ثعبان السمك ، الثعبان ، أو أى حيوان اسطوائى ، عبارة عن سلسلة موجات من الانقباض تسرى متبادلة على امتداد كل جانب من الجسم . حركة الأطراف فى الأنواع الأرضية من القفاريات والحشرات ، هى أيضاً متبادلة . فى القفاريات الدنيا ، الحافز للحركة يأتى أساساً من الوسط ، وينظم بواسطة مراكز عصبية فى النخاع المستطيل ، ولكنه يتحرك بخوافز حسية من لأعين ، الأنف ، أو أية مستقبلات خاصة أخرى . فيما بين اللاقفاريات مثل ديدان الأرض ، القشريات ، والحشرات ، إتلاف « المنع » لا يعوق جدداً النمط المعتاد للحركة الذى يعتمد على مؤثرات ناتجة من ملامسة الأرض أو أية أسطح أخرى .

٣ - ١٤ الأهداب والأسواط

بعض الزوائد الحركية بالخلايا (أنظر فقرة ٢ - ٥) تساعد على الحركة ، وعلى عمليات حيوية كثيرة فى أجسام الحيوانات. السوط هو زائدة نابضة تشبه الكرياج تنشأ من جبية (بليفار وبلاست : حبيبة قاعدية) بداخل الخلية . حينما توجد زوائد قصيرة عديدة ، فهي تسمى أهداباً الأهداب تتحرك بواسطة جهاز ليفي أو عصى حركي (فقرة ١٥ - ١٤) . صور المجهر الإلكتروني . توضح أن جميع الأسواط والأهداب لها نفس التركيب الداخلى . كلاهما يتركب من جسم قاعدى ، صفيحة قاعدية ، وساق رئيسية . فى قطاع عرضي ، نجد أن الساق بها ١١ خيطاً رفيعاً جداً ، أثنان منها فى المركز محاطة بتسعة خيوط مزدوجة . الأسواط توجد فى بعض الأوليات ، وفى الخلايا الطولية للأسفنجيات ، وفى الخلايا الداخلية للهيدرا (فصل ١٥ ، ١٦) .

الأهداب الخارجية تحدث الحركة فى الأوليات الهدية ، المشطيات ، الدوارات ، بعض الديدان المفلطحة ، والورقات المائية لكثير من اللاقفاريات . الأهداب تتواجد على اللوامس فى البوابوزوا (الحزازيات) ، بعض الديدان البحرية ، وبعض اللواسع ، وعلى السطح الخارجى لنجوم البحر ،

وعلى الحياشيم في الرخويات ذات المصريعين . والأهداب تبطن أجزاء من الممرات التنفسية والتناسلية في الفقاريات والأمعاء في الرخويات وديدان الأرض وميزاب التغذية (الأنندوستيل)، في الحليبات الدنيا ، وأعضاء الإخراج في كثير من اللافقاريات .

في الحيوانات عديدة الخلايا ، يفرز المخاط غالباً بواسطة خلايا غدية مجاورة لتلك التي تحمل الأهداب ، والمواد التي يتم جمعها بواسطة المخاط تدفع في إتجاه واحد بواسطة الحفقتان المستمر لكثير من الأهداب . والأهداب والمخاط يدفعان بالطعام إلى الفم في شقائق النعمان ، وذوات المصراعين والبراغيث ، والدقائق الغريبة التي يجمعها المخاط في الممرات التنفسية للفقاريات الأرضية تدفع إلى الخارج بفعل الأهداب . الأهداب في قنوات البيض والقنوات المنوية تساعد في حمل الخلايا الجنسية للخارج .

مراجعة

- ١ - ماهى وظائف البشرة ؟
- ٢ - ما هى أغشية الجسم لأمبيا ، دودة مفلطة ، دودة أرضية ، حشرة ، وحيوان فقارى ؟ كيف تختلف البشرة فى الإنسان عن تلك فى الضفدع ؟
- ٣ - فى الفقاريات حيث يكون الهيكل المدعم داخليا ، كيف تتوقع أن يحدث نمو هيكل ؟
- ٤ - قارن بين هيكل خارجى وهيكل داخلى . ما هى مميزات وعيوب كل منها ؟
- ٥ - لماذا لا تكون عظام الفقاريات صلبة كلية ، الأمر الذى يبدو أنه قد يعطى قوة أكبر ؟
- ٦ - ما هى علاقة الحبل الظهرى بالعمود الشوكى ؟ صف الأجزاء المتنوعة للفقرة .
- ٧ - قارن بين الأطراف الأمامية والخلفية للإنسان ، جزءاً بجزء . هل الأطراف غالباً كلية فى أية مجموعة فقارية ؟
- ٨ - على أساس بيوكيميائى ، كيف تنجز العضلات الحركة فى الحيوان ؟
- ٩ - من توضيح تجهيز العضلة على تسجيل حركات العضلات (كايو جراف) ، صف الاستجابة حينما تتسلم العضلة : منبهاً قصيراً ، عدة منبهات على فترات قصيرة تصاعدياً ؛ متكررة على امتداد فترة طويلة .
- ١٠ - كثير من اللافقاريات « شبيهة الديدان » لها فقط طبقات من العضلات فى جدار الجسم . يوجد عادة طبقتان على الأقل ، طبقة عرضية وأخرى طويلة . لماذا يلزم كلاهما للحصول على حركة متناسقة ؟ أى نوع من الحركة قد تتوقع إذا ما أزيلت الطبقة العرضية ؟

الفصل الرابع

الأجهزة الهضمية والأيض

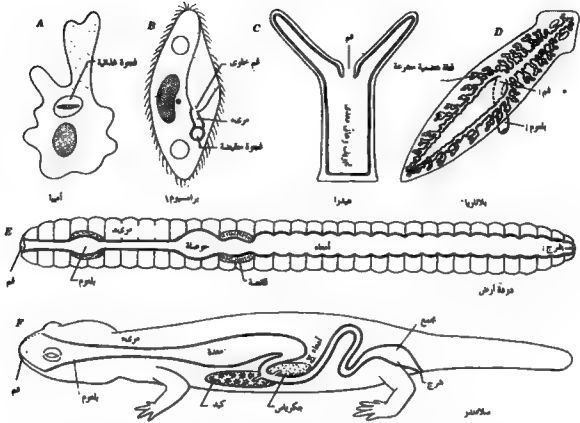
النباتات تبنى أنسجتها من مواد غير عضوية ، بعملية التمثيل الضوئي ، مستخدمة في ذلك الطاقة من الشمس (فقرات ١ - ٧ ، ١٢ - ١٤ ؛ شكل ١٢ - ١) . طعام الحيوانات يتم الحصول عليه بأكل النباتات أو الحيوانات الأخرى . وهو يؤدي غرضين ، وقد يمد الجسم بالطاقة ، ومصدر لمواد للنمو والإصلاح . بعد ما يتم الحصول على الطعام (التغذية) فإنه يتكرر إلى مواد كيميائية أبسط (هضم) ، ثم يؤخذ إلى خلايا وأنسجة الجسم (امتصاص) حيث يتم استخدامه (أيض) .

٤ - ١ التغذية

تتباين الحيوانات كثيرا في عاداتها الغذائية . بعض الحشرات تتغذى على أنسجة وعصارات نوع واحد من النبات أو دم نوع واحد من الحيوان ، ولكن معظم الحيوانات تأخذ أنواعا متنوعة أو عديدة من الطعام . الماشية والغزلان والقوارض والحشرات ، التي تأكل أوراق وخصون النباتات ، تسمى آكلات العشب ، القطط والقروش وذباب اللحم وكثير من الحيوانات البحرية ، التي يتكون طعامها كلية أو في معظمه من حيوانات أخرى ، تسمى آكلات اللحم ؛ والإنسان والقران وآخرون ، الذين يأكلون متنوع المواد الحيوانية والنباتية تسمى مختلطات عامة أو متنوعات الغذاء .

الرخويات ذات المصراعين ، والكويبودا القشرية ، وبعض الأسماك التي تتغذى على الدقائق الصغيرة ، حية أو ميتة ، مثل البلانكتون ، تسمى آكلات الدقائق . وعلى النقيض ؛ فإن معظم الحيوانات العليا ، بما فيها الإنسان ، التي تستخدم موادا أكبر تعرف بالمختلطات آكلة المواد الكبيرة . قليل من الحيوانات تتغذى على السوائل ، مثل البعوض الذي يمتص الدم ، والخن الذي يمتص العصارات النباتية .

الجهاز الهضمي في العديد من الحيوانات (شكل ٤ - ١) يختلف في الشكل العام ، والتفاصيل التركيبية ، والعمليات الفسيولوجية ، تبعاً لطبيعة الطعام ، وطريقة الحيلة ، وعوامل أخرى . جميع طرق تناول الطعام واستخدامه متشابهة أساسا في أن موادا من الوسط الخارجي تصبح وثيقة التلاصق مع الأسطح الغشائية الداخلية ، حيث يمكن أن يتم الهضم والامتصاص .



شكل ٤ - ١ : أنواع الأجهزة الهضمية في الحيوانات ، تخطيطي . (أ) الأمبيا ، يدخل الطعام من أى مكان على سطح الخلية . (ب) (البرامسيوم ، فم خطوى محدد . (الهيدرا لها فم وتحويف هضمى يشبه الكيس . (د) البلاتاريا ، لها فم وقناة هضمية متفرعة ولكن لا يوجد شرج . (هـ) دودة الأرض ، لها قناة هضمية أنبوبية ذات أقسام متخصصة ، كاملة بفم وشرج طرفين . (و) حيوان فقارى ، له قناة كاملة وملعوبة جزئيا ذات أجزاء متخصصة وغدد هضمية يوجد شرج عند قاعدة الذيل .

٤ - ٢ اللافقاريات

كثير من الأوليات ليست لها تركيبات ثابتة لتناول أو هضم الطعام . الأمبيا تدفع إلى الخارج بفصوص من البروتوبلازم (أقدام كاذبة) عند أى جزء من جسمها وحيد الخلية لتحيط بنوع من الطعام ، يؤخذ هذا الطعام إلى تجويف غشائى مملوء بسائل يوجد بداخل السيتوبلازم ، حيث يتم الهضم (شكل ١٥ - ٤) . فى البرامسيوم والأوليات الهدبية الأخرى ، يوجد ميزاب فى خارجى دائم مبطن بأهداب نابضة يحمل دقائق الطعام إلى فم خطوى محدد ، ومنه تمر إلى فجوات غذائية حيث تهضم (شكل ١٥ - ١٢) . دفع الطعام نحو الفم فى تيلر من الماء بواسطة الأهداب ، يتم فى حيوانات كثيرة من الأوليات حتى الحيليات الدنيا .

غذاء الأسفنجيات المجهرى تقتنصه وتمضمه خلايا طوقية سوطية ، تبطن بعض قنوات داخلية للحيوان ؛ وعلى ذلك فالهضم داخل الخلايا ، كما فى الأوليات . اللواسع لها فم محدد يؤدى إلى تجويف هضمى كيسى الشكل (وعائى هضمى) بداخل الجسم مبطن بطبقة نسيجية من خلايا هضمية خاصة (شكل ١٦ - ١٠) . الديدان المفلطحة (ماعدا الديدان الشريطية) يكون لها فم وقناة هضمية متفرعة ممتدة إلى جميع أجزاء الجسم (شكل ١٧ - ١) . فى كلتى المجموعتين الأخيرتين ، تكون القناة غير كاملة ، فى كون الطعام يدخل والبقايا غير المهضومة تخرج من نفس فتحة الفم . فى اللواسع والديدان المفلطحة ، الطعام الذى يدخل إلى القناة الهضمية ، يتم هضمه بواسطة أنزيمات تفرزها خلايا غدية فى البطانة الداخلية . ويعرف هذا بالمضم خارج الخلايا ، الذى يتم فى تجويف هضمى ، كما يحدث فى جميع الحيوانات الأكثر رقا ، غير أن بعض الطعام المهضوم جزئيا ، يؤخذ إلى داخل الخلايا المبطنة للتجويف ، حيث يتم هضمه داخل الخلايا .

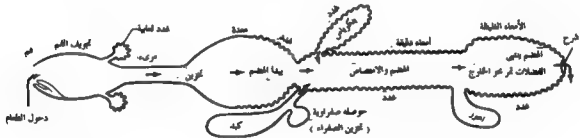
فى معظم اللافقاريات الأخرى ، القناة الهضمية تتكون أساساً من أنبوبة بداخل الجسم ، وهى تفتح للخارج (فم ، شرج) ومنفصلة عن تجاويف الجسم الداخلية بواسطة أغشية شبه منفذة . وتسمى قناة كاملة لأن الطعام يدخل من الفم ويمر خلال أعضاء متنوعة للتخزين أو الهضم ، أو الامتصاص وأية فضلات تمر للخارج عن طريق الشرج عند الطرف الآخر للجهاز . تختلف أجزاء القناة الهضمية فى التركيب فى الحيوانات التى تتبع مجموعات متنوعة (فصول ١٧ إلى ٢٢) ، ولكن الأسماء التى تطلق عليها تعطى بعض الدليل عن وظيفة كل جزء . مثلاً ، دودة الأرض ، لها فم يشبه لحمية لتقبض على الطعام ، وبلعوم عضلى يمتص الطعام ويلينه بإفرازات مخاطية ، ومرى رفيع ليحمل الطعام نحو حوصلة متسعة للتخزين ، وقنصة عضلية الجدر حيث يطحن الطعام بمساعدة جزئيات من الرمل ، وأماماء طويلة بتفرعات جانبية جيبية الشكل لتكون سطحاً كبيراً لإمتصاص الأجزاء المهضومة (شكل ٢٠ - ٢) البقايا غير المهضومة تمر خارج الشرج عند الطرف الخلفى للجسم . الفكوك والأسنان توجد فى فم بعض الديدان الحلقية الأخرى ، وفى الحبار والأخطبوط وفى قنائد البحر وكثير من مفصليات القدم . القدم فى جميع الرخويات فيما عدا ذات المصراعين ، له سفن (شكل ١٩ - ٣) يحمل كثيراً من الأسنان القرنية الدقيقة تساعد فى برء دقائق الطعام . أجزاء الفم فى مفصليات القدم تكون زوائد متحورة ؛ تلك التى فى الحشرات متحورة إما للمضغ أو للإمتصاص (فصل ٢٢ ، جداول ٢٢ - ٢) .

٤ - ٣ الفقاريات (١)

الجهاز الهضمى لكل حيوان فقارى ، تقريباً يشمل الأجزاء الأساسية التالية (أشكال ٤ - ٢ ، ٤ - ٣) : (١) الفم وتجويف الفم ، وعادة به الأسنان لإمساك وتمزيق ومضغ الطعام ، ولسان

(١) للفترة الجهاز الهضمى بأجهزة عضوية أخرى فى الطوائف المتفرعة من الفقاريات انظر الأكمال عن التركيب العام ، فى فصول ٢٤ - ٢٧ .

قد يساعد في الإمساك بالطعام أو تناوله ، في معظم الفقاريات الأرضية تفرز الغدد اللعابية اللعاب الذي يلين الطعام ويبدأ عملية الهضم . (٢) البلعوم يحوى على فتحات خيشومية في الأسماك والبرمائيات المائية ، ولكن ليست له وظيفة هضمية مباشرة . (٣) المريء ، هو أنبوبة مرنة تحمل الطعام إلى ما بعد منطقة القلب والرئتين (٤) المعدة ، هي جيب كبير حيث يخزن الطعام ويحدث بعض الهضم (٥) الأمعاء الدقيقة ؛ أنبوبة طويلة رفيعة ، مثنية أو ملتوية ، وهي المنطقة الرئيسية للهضم والامتصاص (٦) الأمعاء الغليظة (القولون) ، هو الجزء الذى تنتهى فيه عملية الامتصاص ، بعض السيلولوز يهضم جزئياً بواسطة البكتريا ، والبقايا غير المهضومة تتشكل في كتل (براز) للطرود من خلال المجمع (٧) الذى ينتهى بالشرج أو المنفذ (٨) المجمع يمثل أيضاً مخرجاً للفضلات الإخراجية ، والخلايا الجنسية في القروش ، والبرمائيات ، والزواحف ، والطيور ، غير أن تلك تمر من خلال فتحات منفصلة في معظم الثدييات . جميع الفقاريات لها غدتان هضمتان كبيرتان ؛ الكبد والبنكرياس ، متصلتان بالأمعاء الدقيقة عن طريق قنوات . وبصفة أساسية ، جميع الفقاريات تكون لها أسنان فيما عدا الطيور الحية والسلاحف المائية . وبالإضافة إلى ذلك ، هناك بعض أنواع قليلة لطوائف أخرى تكون عديدة الأسنان . الأسنان في بعض الأسماك والزواحف وفي معظم الثدييات ، تكون متحركة للثقب ، والتمزيق ، والسحق أو الطحن ، تبعاً لمعادات التغذية (شكل ٢٧ - ٧) .



شكل ٤ - ٢ : رسم تخطيطي للتركيب والأنشطة في القناة الهضمية لحيوان فقارى . الخطوط المتوجة تين مناطق هضمية .

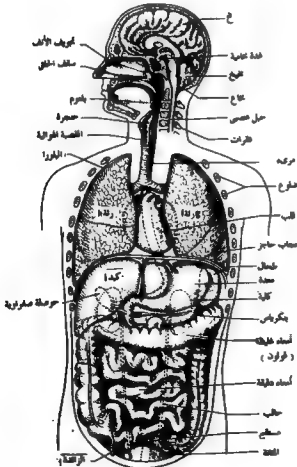
٤ - ٤ الغذاء والهضم

الأطعمة النباتية والحيوانية التى تتناولها الحيوانات تتكون من بروتينات ، وكربوهيدرات ، ودهون ، بجانب الفيتامينات ، والمعادن ، و الماء . الماء والأملاح غير العضوية يمكن أن تنتم من القناة الهضمية بلون تفسير ، ولكن المواد العضوية يجب أن يحدث فيها تغير قبل الانتفاع بها . الجهاز الهضمي يعتبر « المصل » الذى تم فيه هذه التغيرات .

عمليات الهضم ، والامتصاص ، والأبيض ، يمكن تشبيهها بالتناظر ، بمزج من الأنبيئة الكبيرة والصغيرة (الطعام) ، التى تحول الأجزاء الخشبية إلى ألواح ، والرصاص إلى أنابيب وتجهيزات

أخرى ، (المضم) . وكل جزء يجب أن يكون من هذا الحجم الذى يسمح له بالمرور من خلال سلسلة من الثقوب فى حائط كبير (إمتصاص) . على الجانب الآخر ، الأجزاء المتنوعة قد تختزن أو يعاد اتحادها فى تركيبات جديدة من أنواع مختلفة عن الأصلية ، والبعض يحترق ليطلق طاقة (إنتفاع) .

بعض الأطعمة تتعرض فقط لتغير كيميائى ، كما يحدث للكائنات المجهرية التى تتغذى عليها الأوليات والحيوانات الصغيرة الأخرى ، ولسوائل النباتات المحتصة بواسطة النحل والمن والدم المحتص بواسطة الديدان الطفيلية ، أو الملق أو الحشرات ، والفريسة الكبيرة التى تفترسها اللواسع ونجوم البحر . العديد من الحيوانات الأخرى تستخدم طعاما يجب أن يختزل فيزيائيا مثلما يمكن للهضم الكيميائى أن يتم بكفاءة . ويتم ذلك بواسطة الأسنان فى الفم أو فى مكان آخر (البلعوم فى بعض الأسماك ، والمعدة فى الجمبرى) وبواسطة الطحن فى القانصة فى ديدان الأرض أو الطيور . آكلات اللحم ، مثل القروش والأسماك الكبيرة ، والثعابين ، والصقور والبوم ، والقطط وغيرها ، تزرد طعامها كاملاً أو على أجزاء كبيرة ، ويتم إختزال الطعام فيزيائيا بواسطة حركات عضلية فى المعدة والأسماك الأخرى والثدييات آكلة العشب التى تعيش على المواد النباتية ، تمضغ طعامها جيدا قبلما يتم هضمه .



شكل ٤ - ٣ : الجهاز الهضمى فى الإنسان والأعضاء الداخلية الأخرى . الثوب الكبير الذى يدهم الأعضاء فى مقدمة البطن مزاح ؛ الأعضاء المتصلة مخدوفة .

٤ - ٥ الأنزيمات الهضمية

عمليات الهضم تتضمن إختزالاً للمواد العضوية المعقدة في الطعام إلى جزيئات أبسط يمكنها أن تمر خلال خلايا الطلائية الهضمية لتدخل إلى سوائل وخلايا الجسم . تتحلل البروتينات إلى أحماض أمينية ، والدهون إلى أحماض دهنية وجلسرين ، والكربوهيدرات إلى سكريات بسيطة (سكريات أحادية) مثل الجلوكوز. هذه التغيرات تؤدي بواسطة الأنزيمات الهضمية (فقرة ٢ - ٢٦) .

وبصفة عامة ، فإن تلك الأنزيمات تعمل فقط على البروتوبلازم الميت ، وهي غير قادرة على النفاذ إلى الخلايا الحية ، الأمر الذي به تتم حماية الطلائية الهضمية. وتنتج الأنزيمات بواسطة جميع الحيوانات من الأولويات حتى الثدييات ، غير أن نفس الأنواع أو الأعداد من الأنزيمات غير متواجد في كل نوع من الحيوانات . الطعام داخل الفجوة في الحيوان الأولي يمكن رؤيته وهو يتغير تدريجياً في الشكل والحجم أثناء تعامل الأنزيمات معه . يتغير التفاعل في الفجوة من حامض إلى قلوي أثناء عملية التغير ، ويمكن إيضاح ذلك بواسطة أصباغ كاشفة . السيتوبلازم ، على ذلك ، له القدرة على إفراز أنزيمات ومواد أيضاً يمكنها تغيير تفاعل الرقم الألدروجيني (PH) للسائل في الفجوة . في اللاقاريات الدنيا ، تفرز الأنزيمات بواسطة خلايا في بعض أو كل أجزاء القناة الهضمية ، ولكن في الحيوانات الأعلى ، فهي تفرز فقط بواسطة غدد أو خلايا في أجزاء معينة منها . في الفقاريات ، بعض الأنزيمات تنتج من الغدد اللعابية ، والبعض الآخر ينتج بانتظام في المعدة ، وفي الأمعاء الدقيقة ، وفي البنكرياس (شكل ٤ - ٨) .

٤ - ٦ العملية الهضمية في الإنسان

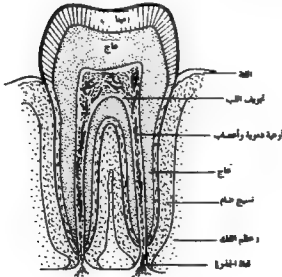
تناول الطعام في تجويف الفم يتم بفعل مشترك للشفاه واللسان والأسنان . الشفاه المرنة تكون حساسة للصفة الفيزيائية ، ودرجة الحرارة للطعام ولكن ليس للمذاق . اللسان ، باحتوائه على عضلات في ثلاثة مستويات لديه المقدرة على الحركة وتغيير الشكل ليملك بالطعام . ترتكز فوق سطحه براعم التنوق (شكل ٩ - ٨) - الأسنان متخصصة في تقطيع الطعام وطحنه . (في العديد من الفقاريات الدنيا ، تقوم الأسنان في غياب شفاه مرنة ، بالإمساك بالطعام فقط ؛ أنظر فصول ٢٤ ، ٢٥) . من الناحية التركيبية تكون للسان طبقة مينا خارجية صلبة وحشو من عاج أكثر ليونة ، ولب حي مركزي ، مغلف بأوعية دموية وأعصاب. والجذر مستقر في تجويف من الفك (أشكال ٤ - ٢٧ ، ٨ - ٢٧ ، ٩ - ٢٧)

في تجويف الفم يبلين الطعام بواسطة اللعاب المفرز من ثلاثة أزواج من الغدد اللعابية ، تحت فكية ، تحت لسانية ، ونكفية (شكل ٤ - ٥ أ) . حوالي ١٠٠٠ سم^٣ من اللعاب ، يفرز يوميا ، ومعظمه عند الوجبات . الإفراز هو فعل إنعكاسي (فقرة ٩ - ١٦) ، ويتم التنبيه عند تلوق الطعام أو حتى رؤيته أو شم رائحته ، ويؤدي ذلك إلى إسلالة اللعاب . وفيما يبدو أن قوة النبه مرتبطة بالاحتوى المائي للطعام - الحيز الجانبي في الفم يسبب تدفق اللعاب بنزارة ، والحيز المبتل له تأثير أقل بكثير ، أما الماء فلا تأثير له على الإطلاق .

اللعاب يحتوي على بروتين المايوزين الذى يعمل كملين ، وأنزيم بيتالين (أميلاز لعابى) ، وهذا الأخير يعمل فى الوسط القاعدى العادى للغم ، إذ يحلل النشا أولاً إلى دكسترين ثم إلى سكر ثنائى ، مالتوز (سكر شعير) . تأثير الأنزيم يكون أسرع على النشا المطبوخ ، ولكن الأفضل أن يكون قليلاً لأن الطعام يبقى بالغم لوقت قصير فقط . المضغ يساعد على هضم النشا نتيجة لتكسير الطعام ، وخلطه بالأنزيم ، وإطالة فترة تعرضه للبيتالين . النشا يتطلب ساعة تقريباً لهضمه . تأثير البيتالين يستمر مع كتلة الطعام فى المعدة حتى تتخللها العصارة المعدية الحامضية .

بعد ما يطحن ملاء الغم من الطعام بواسطة الأسنان ويخلط باللعاب ، فإن اللسان ، بالفعل الإرادى ، يدفعه إلى الخلف فى البلعوم ، وهناك يضغط عليه فى مضغعة مدبجة . بقية عملية البلع تكون غير إرادية ، ويتم بواسطة حركات انعكاسية متتابعة ينشط التنفس ، وترفع الحنجرة ، وتغلق فتحة المزمار . يرتفع سقف الحلق الرخو ليخلق تجويف الأنف . بمرور مضغعة الطعام نحو الخلف ، فإنها تضغط على اللهاة حتى تتجه إلى أسفل لتغلق فتحة المزمار المغلقة ، ثم تفتح المضغعة العاصرة تحت البلعومية (شكل ٤ - ٥) . الفشل فى أى من هذه الانعكاسات اللاإرادية ، ينتج عنه هلع بالطريقة الخاطئة - إذ تدخل مضغعة الطعام فى فتحة المزمار ، ويحدث اختناق يتبعه سعال تشنجى يعمل على طرد هذه العقبة . الانتقال الطبيعى للمضغعة خلال المريء ينتج من موجة بطيئة من انقباض عضلى فى جذر المريء يسرى إلى أسفل حتى يمر الطعام من الصمام القوادى ويدخل المعدة .

جميع تحركات وعجن الطعام فى القناة الهضمية أسفل البلعوم ، تتم بواسطة انقباض وارتخاء منتظم للمضغلات اللاإرادية ، الطويلة والمرضية ، فى جدار القناة . هذه العملية تسمى تقلصات تموجية . والحركة المتبادلة للمضغلات ، تؤدى إلى إتساع القناة فى مكان ثم ضيقها بعد ذلك . وفى المعدة ، الحركة المتبادلة تعمل على عجن الطعام وخلطه بالإفرازات . فى الأمعاء ، تستمر هذه الحركة لفترة طويلة ، وتعمل على تجزئة المحتويات ثم إعادة تجزئتها حتى يتم خلطها جيداً ، كما تدفع بالأجزاء الجديدة تجاه الجدار الداخلى ، وتحرك المحتويات ببطء فى الأمعاء .



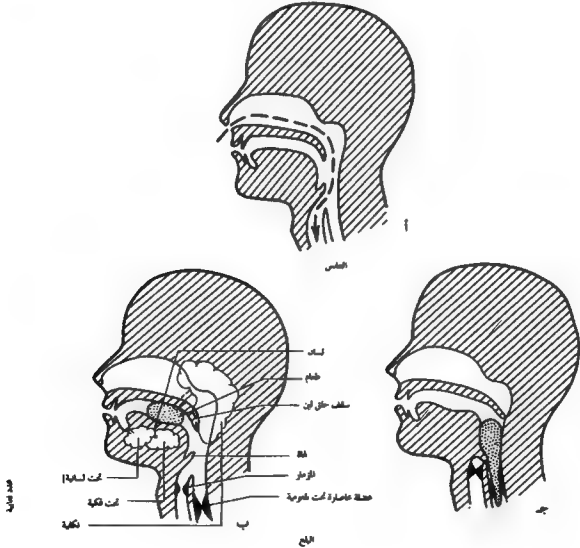
شكل ٤ - ٥ : قطاع مكر لسة

الإنسان فى الفك . قارن مع شكل

٤ - ٧ المعدة

هذا التركيب هو حجرة تخزين تتسلم الطعام بعد كل وجبة . جدار المعدة السميك مكون من أربع طبقات : (١) المخاطية أو البطانة الداخلية مزودة بغدد عديدة ؛ (٢) تحت مخاطية ، شبكة من نسيج ضام تحوى على أوعية دموية وللمفاوية وأعصاب ؛ (٣) العضلية وبها الحزم العرضية والطولية من الألياف العضلية الملساء ؛ (٤) المصلية ، أو الغطاء الخارجى وهو اليريتون (شكل ٤ - ٦) .

هنا تعامل المحتويات فيزيائيا وكيميائيا ، ثم تمر إلى الأمعاء الدقيقة على دفعات صغيرة . يتم التخزين أساسا في الجزء العلوى (القاع) للمعدة ، ومعظم الحركة العضلية تحدث في الجزء الأوسط



شكل ٤ - ٥ : (أ) المريء السفلى ، القصبة الهوائية مفتوحة . (ب) المريء السفلى عند البلع - الحنجرة مرفوعة تجاه اللسان مغلقة القصبة الهوائية .

(الفؤادى) . الجزء السفلى (البوابى) ينتهى بالصمام البوابى ، وتوجد عضلة دائرية عند الاتصال بالأعضاء . المعدة تقوم بدور هام لأن إفرازها له تأثير مطهر إذ يقضى على البكتيريا فى الطعام ، كما أنه يتم هضم جزئى بواسطة العصارة المعدية . ومع ذلك فإن الإزالة الجراحية للمعدة ليست بالضرورية بحية للإنسان ، لأن الطعام يمكن أن يهضم تماماً فى الأمعاء .

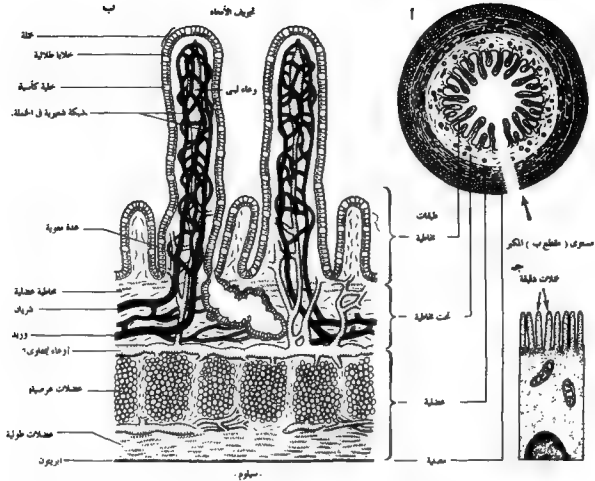
الغدد المعدية فى جدار المعدة تفرز العصارة المعدية . وهذا يتم عن طريق انكساعات لا لإردية تنشأ من شحم أو تذوق الطعام بالإضافة إلى تأثير هورمون (جاسترين) . الإفرازات المعدية تشمل مايوزين ، الذى يبين أيضاً كتلة الطعام ، حامض هيدروكلوريك (حوالى ٠,٢ ٪) ، وأنزيمات . التفاعل الحامضى للعصارة المعدية (PH حوالى ١,٠) معروف جيداً من الخبرة غير المحبة للقيء . من الأنزيمات المعدية ، البيسين يشطر البروتينات جزئياً (إلى ببتيدات عديدة مثل البروتينوزات والبيتونات) والرينين يعمل على تحييد كازين اللبن . من المحتمل وجود أنزيم ثالث ، الليباز المعدى ، وله تأثير بسيط على الدهون المستحلبة الشخص المتوسط يفرز ما يقدر بألفين إلى ثلاثة آلاف مليلتر من العصارة المعدية يومياً .

٤ - ٨ الأمعاء

الأمعاء الدقيقة عبارة عن أنبوبة ضيقة يبلغ طولها حوالى ٢٥ قدماً (٧,٦ متراً) . الجزء الأول وطوله ١٠ بوصة (٢٥,٤ سم) أو ما يقرب من ذلك هو الأثنى عشر ، الجزء الأوسط طويل وهو الصائم ، والباقي وطوله ٤ أو ٥ أقدام (١,٢ - ١,٥ م) هو اللفائفى . حينما يمر الطعام فى حالة شبه سائلة (كيموس) من خلال الصمام البوابى إلى الإثنى عشر فإنه ينبه الغدد الأنبوبية بالجدار عديد النشاي لتفرز العصارة المعدية (شكل ٤ - ٦) . هذا السائل يحتوى على ثلاثة أنزيمات محللة للكربوهيدرات :

مالتيز ، الذى يحول المالتوز إلى جلوكوز ؛ سوكريز ، الذى يحول السوكروز (سكر قصب) إلى حلوكوز وهركتور ؛ ولاكتيز ، الذى يحلل اللاكتوز (سكر لبن) إلى جلوكوز وجلاكتوز ، ويحتوى السائل أيضاً على أميوز بيتيديز الذى يواصل هضم البروتينات .

الحامض (يد كل) فى الكيموس ، عند دخوله الأمعاء ، ينبه الخلايا فى الجدار لتطلق سكريتين من بروسكريتين (شكل ٤ - ٧) . وهذا عبارة عن هورمون يحمل فى مجرى الدم خلال القلب وإلى البنكرياس . هناك ، بعيداً عن تأثير الجهاز العصبى ، يحفز على إطلاق العصارة البنكرياسية الصفراء اللون الرائقة إلى داخل الأمعاء . الكربونات فى هذا السائل تعادل حامض الهيدروكلوريك فى الكيموس ، وبذلك تصبح المحتويات المعوية ذات تفاعل قلوئى ضعيف . الأنزيمات فى العصير البنكرياسى تشمل : تربسين ، كيمو تربسين ، كاربوكسى بيتيديز التى تحول البروتينات السليمة والمحللة جزئياً إلى أحماض أمينية ؛ ليباز ، الذى يحول الدهون إلى أحماض دهنية وجليسرول ، وأميلوبسين ، الذى يحلل النشا إلى سكر مالتوز .



شكل ٤ - ٦ : تركيب الأمعاء الدقيقة (الاثني عشر) . (أ) قطاع عرضي . (ب) قطاع طولى مقطوع ، مكبر . (ج) عضلات دقيقة على سطح غليظة خلاوية صغرى $\times 7000$.

و غمة سائل ثالث ، الصفراء (لا توجد بها أنزيمات) يضاف من الكبد خلال القناة الصفراوية . هذا السائل الأصفر المخضر يحتوى على أملاح الصفراء التى تسهل الهضم بالاختزال الفيزيائى للدهون إلى قطرات دقيقة (استحلاب) . الصفراء تختزن فى الحوصلة الصفراوية ، حيث تدفع من ٥٠٠ إلى ١٠٠٠ مليلتر كل يوم إلى الأمعاء . إذا حدثت إعاقلة آلية لتندفق الصفراء كما فى حالة حصوة الصفراء أو عند إصابة القناة الصفراوية ، فإن بعض أصباغ الصفراء تحول إلى مجرى الدم وتسبب مرض اليرقان (جونديس) ، مصحوبا باصفرار فى الجلد .

بالإضافة إلى إفراز الصفراء ، فإن الكبد ، وهو أكبر غدة فى الجسم ، يؤدى وظائف أخرى عديدة لها علاقة بالقناة الهضمية وأجزاء أخرى من الجسم (شكل ٤ - ٨) . باختصار فإن الكبد (١) يخزن الجلوكوز (كجليكوجين) ويعد الجسم بكميات منتظمة عند الحاجة ؛ (٢) يحول

الأعضاء الغليظة ، أو القولون ، يعمل أساساً على التخلص من البقايا غير المهضومة وغير القابلة للهضم عن طريق المستقيم والشرج ، وعلى الحفاظ على الماء بواسطة الامتصاص من الطعام . بقايا الطعام ، والبكتيريا ، والمخاط ، والخلايا الميتة من الجدار المعوي تكون البراز الذى يطرد على فترات . البراز يتميز بلونه الذى يحصل عليه من أصباغ الصفراء (بيليروبين و بيليرودين) وهى نواتج تحلل الهيموجلوبين . الطعام عادة يمر من الفم إلى نهاية الأمعاء الدقيقة فى حوال $\frac{1}{4}$ ٤ ساعة ، ولكن البقايا قد تبقى فى القولون لوقت أطول ، قد يتجاوز ٢٤ ساعة . أثناء هذا الوقت ، يحدث كثير من التفاعل البكتيرى . البكتيريا التى أمكنها العيش فى حوضه المعدة تتكاثر بسرعة ، وبعضها يحدث تعفناً إلى حد ما ، وبالذات فى القولون ، حيث تنتج منتجات سامة متنوعة وعازات كريهة الرائحة . وتكون البكتيريا حوالى ٥٠٪ من الوزن الجاف للبراز . وتُمتص بعض المنتجات المختلفة بواسطة البكتيريا ، مثل الفيتامينات .

٤ - ٩ الامتصاص

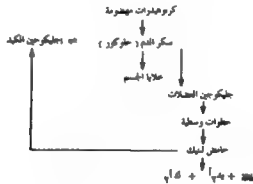
الأمعاء الدقيقة هى المنطقة الرئيسية للامتصاص ، العملية التى تفى بالفرض من الهضم . المواد الكيميائية المستخلصة من الطعام تدخل الجسم الأصلى خلال الجدار المعوي ، وهناك تستخدم فى بناء أنسجة حية أو لإنتاج الطاقة . الجدار يعمل كغشاء شبه منفذ ، وسطحه الماص يزداد حوالى ٦٠٠ مرة بالمقارنة بأنبوبة ذات سطح منبسط ، وذلك نتيجة لوجود ثنيات فى المخاطية المعوية بالإضافة إلى ما يزيد عن ٤ مليون امتدادات دقيقة ، أو حمالات . تحمل الحمالات أيضاً امتدادات أصغر ، حميلات على سطح خلاياها الطلائية (شكل ٤ - ٦) . كل حملة تحتوى على شعيرات دموية ووعاء لبنى مركزى (شكل ٤ - ٦) . النواتج النهائية لهضم البروتين والكربوهيدرات (أحماض أمينية وسكريات بسيطة) تنتقل بصورة نشطة خلال خلايا المخاطية المعوية إلى الشعيرات الدموية المتصلة بالوريد الكبدى البانى ، حيث تُحمل إلى الكبد . النواتج النهائية لهضم الدهون تدخل الأوعية الليمفية ، التى تتصل بالجهاز الليمفاوى . الأوعية اللمفاوية من الأمعاء تتصل بغيرها من أماكن أخرى فى الجسم مكونة جذعاً كبيراً ، القناة الصدرية ، التى بالتالى تفتح فى الجهاز الوريدي بالقرب من القلب (فقرة ٥ - ١٠ شكل ٥ - ٦) .

٤ - ١٠ الأبيض

حينما تتصل منتجات الهضم إلى أهدافها النهائية عن طريق الدم ، فإنها (١) تتحلل كيميائياً لتعطى طاقة (أبيض هدمى) ؛ (٢) تُبنى بروتولازماً جديداً (أبيض بنائى) ؛ (٣) أو تُخزن كجليكوجين - نشا حيوانى - أو كدهن مخزن . البناء والهدم يجران فى آن واحد فى كل خلية حية . والعاملتان تكونان فى حالة توازن ديناميكى ، حيث تسيطر إحداها أو الأخرى فى فترات أو أماكن متباعدة (أشكال ٤ - ٨ ، ٤ - ١٠) .

الكبد يلعب دوراً هاماً في عملية الأبيض ، إذ يتسلم الجلوكوز القادم من الأمعاء عن طريق الدم محولاً إياه إلى جليكوجين . وهذا الجليكوجين (١) يخزن في الكبد للاستفادة منه بين الوجبات حينما يتحول إلى جلوكوز ؛ (٢) يُطلق في مجرى الدم تدريجياً للحفاظ على مستوى ثابت تقريباً من الجلوكوز (سكر الدم) حوالي ١٠٠٪ (٣) يُحمل إلى كل أجزاء الجسم . مستوى سكر الدم ينظم بدرجة كبيرة بواسطة هورمون الأنسولين ، الذي تكوّن جزراً لانجرهانز في البنكرياس (فصل ٨) . بعض من حامض اللبنيك المنتج في العضلات يُنقل أيضاً بواسطة الدم إلى الكبد ، حيث يتحول إلى جليكوجين الكبد . وعلى ذلك ، فإنه توجد دورة ثابتة للكربوهيدرات بداخل الجسم (شكل ٤ - ٩) .

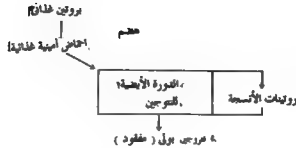
إذا أخذت كربوهيدرات بكثرة ، فإنه يمكن أن تتحول إلى دهون بخطوات عديدة - تحلل الجلوكوز إلى وحدتي كربون بسلسلة من التفاعلات (فقرة ٢ - ٣٢) يتبعها إعادة تحلل الأخيرة إلى أحماض دهنية وأخيراً إلى دهون . تتكون دهون أخرى من الأحماض الدهنية والجليسرين الممتصة في الأوعية اللمنية والتي تنتقل بواسطة الأوعية الليمفاوية . ويمكن أيضاً أن تتكون الدهون من الأحماض الأمينية بعد إزالة الشق الأميني (ن يد٣) . مهما كان المصدر ، فإن الدهون تخزن في خلايا دهنية خاصة بين العضلات ، تحت الجلد ، وفي أماكن أخرى .



شكل ٤ - ٩ : مسارات الكربوهيدرات

الأبيض البنائي أو تكوين الأنسجة الجديدة ، هو أحد العمليات الهامة التي تتميز بها الكائنات الحية ، تلك العملية البنائية تحتر لازمة لاستبدال الأنسجة القديمة للنمو وللتكاثر . وليست أقل أهمية عملية تكوين الإفرازات بواسطة الخلايا الحية . المواد الأساسية المستخدمة في التكوين هي البروتينات (فصل ٢) .

البروتين يكون في حالة ديناميكية في الجسم ، مصحوباً بتحول دائم في محتوى الأحماض الأمينية . هذه البورة تكون من خلال « الدورة الأيضية » للنيتروجين ومن المعتقد أنها تتكون لولا من أحماض أمينية . العلاقات بين المكونات المتنوعة هي كما يلي :



بسبب هذه الدورة يحتاج الحيوان إلى دخل نتروجيني مستمر . حينما يتسلى نتروجين الغذاء مع النتروجين المفقود مع البول ، يصبح الكائن الحى فى حالة توازن نتروجينى ، أما إذا كان الفقد أكبر من الدخل ، فإنه يكون فى حالة توازن سلبى ، ولكن إذا حدث العكس ، يكون فى توازن إيجابى .

٤ - ١١ الاستفادة

النسبة المثوية للطعام المحتص فعلا إلى الكمية الكلية المتناولة تمثل دلالة لدرجة أو كفاءة الإستفادة . وذلك يتباين كثيرا معتمدا على تكوين مواد الطعام وعلى الاحتياجات الخاصة لكل نوع من الحيوان. اللحم والمواد الأخرى التى من أصل حيوانى يستفاد منها كلية تقريبا ، إذ يمتص ٩٥٪ أو أكثر . الأطعمة التى من مصادر نباتية تكون أقل كفاءة ، إذ تعتمد على الدرجة التى إليها يهضم كل نوع . البذور تعطى طعاما صالحا للاستعمال أكثر من مواد الورقة أو الساق .

الحساب اليومى للدخل والمخرج لكل مجموعة من المواد يبين أن جسم الحيوان يكون فى حالة توازن أو يتراوح حول التوازن (شكل ٤ - ١٠) . بأحتياجات الجسم تكون كبيرة فى الأفراد النامية أو فى هؤلاء الذين يؤدون عملا يدويا شاقا بالمقارنة بالبالغين الذين فى حالة أسترخاء . يمكن المحافظة على التوازن وذلك بالاستفادة المنتفكة لمواد متنوعة من الغذاء . إنه يحدث إختلال عند غياب أى عنصر أساسى لا يمكن تعويضه ، أو عندما يكون مجموع المواد الغذائية غير كاف للمتطلبات الدنيا للفرد . وعلى ذلك ، فإن الغذاء يجب أن يكون كافيا بالنسبة لنوعيته وكميته .

التحولات الأيضية للطعام فى الجسم التى تعطى الطاقة تكون عبارة عن عملية أكسدة ، وهى تناظر عملية إحتراق الوقود ، ولكنها فى الواقع أكثر تعقيدا من ذلك (فقرات ٢ - ٣١ ، ٢ - ٣٢) . حرارة الأحتراق لأى مركب تحسب بالسعر . فى الأيض ، يستخدم الكيلو سعر ، الذى يسمى أيضا السعر الكبير : ١ كيلو سعر = ١٠٠٠ سعر ، ١ كيلو سعر (ك س) هو الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو جرام (كج) واحد من الماء درجة واحدة مئوية (عند ١٥ م) . التجارب العملية توضح قيمة الوقود لجميع مواد الطعام الثلاث الرئيسية بالكيلو جرام ، لتكون كما على : كربوهيدرات ، ٤,١ ؛ بروتين ، ٥,٥ ؛ دهن ، ٩,٣ . وعلى ذلك ، فإن الدهن له « قيمة وقودية » عالية فى جسم الحيوان . كمية الطاقة اللازمة للحفاظ على الوظائف الحيوية لحيوان

ما تكون بصفة أساسية ثابتة ، وتسمى الأبيض المعيارى أو الأبيض الأساسى . ذلك هو المعدل الأبيض حينما يكون الكائن أثناء الراحة ، ولا يحدث هضم أو امتصاص للغذاء . لإنسان ذكر عمره ٢٥ عاماً ووزنه ١٥٥ رطلا (٧٠ كج) ، يكون المعدل الأبيض الأساسى حوالى كيلو سعر لكل كيلو جرام من وزن الجسم لكل ساعة عند ٣٧°م ، أو ١٧٠٠ ك من س كل يوم [١٥٥ رطلاً أو (٧٠ كج) $\times 24 = 1680$] . فى فترة النشاط ، تكون احتياجات الطاقة اليومية ضعف المعدل الأساسى تقريباً . يعتمد المعدل إلى درجة كبيرة على فاعلية الغدة الدرقية (فصل ٨ ، ويمكن أن يتغير عند التغذية بخاصة الغدة الدرقية أو عند إزالة جزء من الغدة .

٤ - ١٢ أنواع الطعام

مما سبق يتضح أن كمية الطعام ليست المعيار الوحيد لأى غذاء ملائم . « الغذاء المتوازن » هو خليط من أطعمة محتوية على جميع المواد اللازمة للتكوين والنمو والحفاظة على الفرد . تأتى الكربوهيدرات ، والدهون ، والبروتينات فى المقام الأول ، علاوة على ذلك ، يجب أن تحتوى البروتينات على معظم أو جميع الأحماض الأمينية لتمد الجسم بالمواد النائية التى تخلق بروتيناته الخاصة .

بعض المواد الإضافية ، كالعناصر غير العضوية (المعادن) والفيتامينات ، تكون أساسية فى الغذاء المتوازن . معظم الأغذية تحتوى على كميات مناسبة من هذه المواد ، وعليه فإن الاحتياج لها لم يكتشف إلا منذ سنوات حديثة . وقد أوضحت التجارب أن كميات ضئيلة من الحديد ، النحاس ، الزنك ، المنجنيز ، الكوبلت ، واليود ، تعتبر « كعناصر نادرة » لازمة للحيوانات ، وعدد من الفيتامينات (جدول ٤ - ١) تكون ضرورية للصحة العامة والنمو والتكاثر .

اليود يعتبر مثلاً لعنصر نادر أساسى . ومن المعروف منذ مئات السنين أن نقص اليود يسبب مرضاً يسمى الجويتر ، وأعراضه انتفاخ فى منطقة الرقبة يشبه الورم . ونحن نعرف الآن أن الجويتر ينتج من قصور وظيفى للغدة الدرقية ، إذ أنه فى غياب اليود ، لا يمكن أن تنتج الهرمون المنظم للأبيض الأساسى وهو الثيروكسين . اليود يكون ٦٥٪ من وزن جزيء الثيروكسين ، ولكنه لا يلزم أكثر من جزء واحد لكل مليون فى مجرى الدم ، لأن الغدة الدرقية يمكنها أن تجمع وتخزن اليود حتى يصل إلى المستوى اللازم . الكميات الضئيلة اللازمة من اليود تزود الآن عموماً ، فى المناطق التى لا يوجد فيها طبيعياً فى الطعام أو فى الماء ، وذلك عن طريق استخدام « ملح يود » .

وثمة مرض آخر هو الأنيميا ، يحدث بسبب نقص الحديد . معظم هذا العنصر (٦٦٪) يوجد فى هيموجلوبين الدم ؛ وهناك كميات إضافية من الحديد توجد فى الكبد والطحال ونخاع العظم ، حيث تتكون خلايا الدم الحمراء .

تعتبر الفيتامينات مواداً عضوية ، وهى غالباً من أصل نباتى ، تنظم الفيتامينات العديد من العمليات الحيوية فى أجسام الحيوانات . التأثيرات التى نعتقد أنها تكون غير متناسبة مع الكميات اللازمة ، وعلى ذلك فإن إسهامها لا يكون بإعطاء الطاقة ولكن كمعامل مساعدة . من الواضح أن

عادات التغذية وبعض طرق تحضير الطعام يمكن أن تؤدي إلى نقص في الفيتامينات (أشكال ٤-١١ إلى ٤-١٤) . مرض الأسقربوط (نقص فيتامين ج) كان شائعا في رحلات البحر الطويلة في القرون السابقة ؛ قبطانات البحر البريطانيون ، الذين تعلموا فيما بعد أن يحملوا معهم الموالح كغذاء مساعد لمنع الأسقربوط ، عرفوا « بأصحاب الموالح » البري يرى (نقص فيتامين ب) هو مرض سائد بين الشعوب الشرقية الذين يعيشون إلى درجة كبيرة على الأرز المبشور ؛ البلاجرا يحدث بين الأشخاص الذين يعيشون على أغذية مكونة معظمها من الحبوب التي ينقصها النياسين .

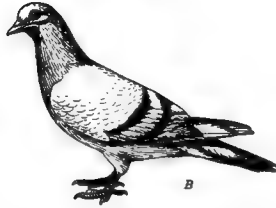


الماء والأملاح غير العضوية لازمة أيضاً للغذاء ، حيث أنها عناصر لا غنى عنها في البروتوبلازم (فصل ٢) . الأنواع المائية تحصل على كليهما من بيئاتها . الأنواع الأرضية قد تحصل عليها جزئياً أو كلية مع طعامها ولكن الكثير منها تشرب لتحصل على كمية ملائمة من الماء . بعض الرواحف والثدييات الصحراوية لا يتوافر لديها الماء فيما عدا ما تحصل عليه من طعامها ، وهي لا تشرب حتى إذا قدم إليها الماء . كثير من الثدييات الصحراوية تحافظ على معتراها المائي بأن تنشط ليلاً فقط . التأكسد المعتاد للغذاء في جميع الحيوانات يعطي « ماء الأبيض » ؛ للحشرات التي تعيش على الخشب أو الحبوب الجافة ، يعتبر هذا هو المصدر الرئيسي للماء بالنسبة لها .

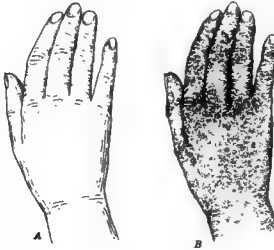
جدول ٤ - ١ : الفيتامينات وخصائصها

الاسم ، الرمز ، والتأثير الأساسي	المصادر الغامة	الوظائف التسولوجية	نتيجة النقص أو الغياب (في الإنسان ما عدا المين)
أ (ك. ١٠ يد. ٣ أ) مضاد لجفاف العين (يدرّب في الدهن)	النوع البتالي (كاروتين ، ك. ١٠ يد. ٥ هـ) في الأوراق الخضراء ، الجزر .. إلخ . في الكبد يصبح نوعاً حيوانياً ، في زيت كبد السمك . صفار البيض ، اللين	يحافظ على سلامة الطبقة الطلائية والشبكية . يلزم لتثبيت الأرجوان البرصي في شبكية العين	جفاف العين (قرنية جافة ، لا يوجد إفراز دمي) . العمى الليلي ، عاتق الطيور
ب « مركب » (يدرّب في الماء) ب « أ » أو ثيامين (ك. ١٠ يد. ١٠ أ ن ك ب)	الخميرة ، بذرة الحبوب ، وبالأخص القمح ، القول السوداني والحبوب البغية الأخرى ، مع البيض ، الكبد ، سلم الخنزير الأحمر	يلزم لعمليات تحلل الجلوكوز في أنسجة الكروموفورات (يمت	بري بري (في الغذاء القوي بالأرز المشوي) ، لفقدان الشهية ، نقص الحركة
مضاد عصى			الضمية ، إعتاق العرق ، الالتهاب العصبي الشديد في الطيور (شكل ٤ - ١١) .
ريوفلافين (ك. ١٠ يد. ١٠ أ ن ك)	الأوراق الخضراء ، اللين ، البيض ، الكبد ، الخميرة	يلزم في جهاز السيتركونوم مثل المجموعة الإحاطية للأنزيمات	كلوزيس (تشقق زوايا الفم) ، « الكبد الأصفر » في الكلاب ، « الأصبح الجمد » في الكلاب ، الكباركت .
حامض نيكوتيك أونياسين . (ك. ١٠ يد. ١٠ ن أ هـ) مضاد للبلعرج	الأوراق الخضراء ، لب القمح ، مع البيض ، اللحم ، الكبد ،	يكون المجموعة المشطية للأنزيمات الفعالة في عضلات إزالة الإندوجين	البلعرج في الإنسان (شكل ٤ - ١٢) ، القرود ، الخنازير ، اللسان الأسود في الكلاب ، اليوزيس في الطيور

حماض فريك (ك ١٩٤ يد ١٩٤ أ ن)	الأوراق الخضراء ، فول الصويا ، الحميرة ، مع البيض	لا غنى عنه لتكوين خلايا الدم الحمراء وليس تقلل الكربون	أنيميا وإسهال في الإنسان ، نحو بطيء وأنيميا في الكناكيت والفقران
بيروكسيد (ب ب) (ك ٨ يد ١٩٤ أ ن)	الحميرة ، عسل ، الحبوب ، اللبن ، الكبد	يلزم في تفاعلات الأحماض الأمينية	الأنيميا في الكلاب والحنازير التهاب الجلد في القطران ، الشلل في الحنازير ، القطران ، والكناكيت .
حماض باتولييك (ك ٩٤ يد ١٩٧ أ ن)	الحميرة ، عسل القصب ، فول سوداني ، مع البيض ، لبن ، كبد	يكون ، الأثر المساعد أ في تفاعلات الكولين وفي دورة كريس	التهاب الجلد في الكناكيت والقطران ، القرو الرمادي في القطران السوداء ، صلو الأوزة في الحنازير .
بيوفين (ك ١٩٤ يد ١٩٤ أ ن ب ك)	الحميرة ، الحبوب ، عسل القصب ، مع البيض ، الحضرووات ، الفواكه الطازجة .	يعمل في ثابت ك أ وتخلق الأحماض الدخية	التهاب الجلد والجلد السيلك في القطران والكناكيت ، يوروزس في الطور
١٩٤ (ك ١٩٤ يد ١٩٤ ن ١٤ أ ١٤ ك أ)	الكبد ، الأمشك ، اللحوم ، اللبن ، مع البيض	يلزم في التخليق اليورجيني للمصاحب المبيلة وفي أيض الأحماض الأمينية ، تكوين خلايا الدم	أنيميا حادة ، نحو بطيء وشلل في الحنازير الصغيرة ، مسبب للتهزل في الحيوانات المجيرة .
جد أو حماض أسكوربيك (ك ٩٤ يد ١٩٤ أ ن)	فواكه اللواخ ، الطماطم ، معظم الحيوانات تنتج فيتامين ج (ما عدا الثدييات الرئيسية وحنازير غينيا)	يحافظ على سلامة جدر الشعيرات ، يستخدم في تكوين المادة اللاصقة بين الخلية ،	الأسقريوط (نزيف في الأغشية المخاطية ، تحت الجلد ، وفي المفاصل) ، في الإنسان (شكل ٤ - ١٣) وفي حنازير غينيا
(د ٢٨٤ يد ١٩٤ أ ن) مضاد للكساح (يذوب في الدهون)	زيت كبد السمك (تونا ، سمك القد) ، الإشعاع فوق البنفسجي	ينظم أيض الكالسيوم والفسفور ، يلزم في الحمو الطبيعي للعظام	الكساح في الصغار (العظام لينة ، سهلة الكسر ، غالبا مشوهة ، شكل ٤ - ١٤) ، لبن السمك .
هد أو توكوفيرول (ك ٢٩٤ يد ١٩٤ أ ن) مضاد للسم (يذوب في الدهون)	الأوراق الخضراء ، زيت بادرة القمح ، دهنيات الخضرووات الأخرى	نشاط مضاد للأكسدة	السم في الطيور الذرية والقطران ، موت الأجنة ، شلل الرضيع ، والتغذية الناقصة للحدلات في الصغار .
(ك ٢٩٤ يد ١٩٤ أ ن) مضاد للزيف (يذوب في الدهون)	الأوراق الخضراء ، وليسا في بعض بكتيريا الأصحاء	إنتاج الوبورامين في الكبد ، اللازم لحيطة الدم .	الدم لا يمكنه التجلط



شكل ٤ - ١١ : نقص فيتامين ب١ - التهاب الأعصاب . (أ) حمامة أطمعت ١٢ إلى ٢٤ يوما على أرز مصقول يفترق إلى فيتامين ب١ (ب) بعض الطيور ، عادة تماما ، بعد ساعات قليلة من تسليم مركب أو طعام غني لي محوى ب١ (عن هاريس ، الفيتامينات ، ج ، أ ثرنتشل محدودة)



شكل ٤ - ١٢ : بلاجرا (أ) يد طبيعية . (ب) يد شخص يعيش على غذاء يفترق إلى ناسين فيتامين ب مركب : الجلد يسمك ، يتسلخ ، يتشقق ، ويكثر فيه الصغ (عن هاريس ، فيتامينات ج ، أ ثرنتشل ، محدودة) .

٤ - ١٣ عمليات هضمية أخرى

توجد اختلافات كثيرة في العمليات الهضمية وآلياتها فيما بين الحيوانات . في كثير من الطيور وبعض اللافقاريات ، يتسع الطرف السفلي من المريء مكونا حوصلة للتخزين المؤقت للطعام . معظم الطيور أيضا لها معدة من جزئين ؛ جزء رفيع غدى لين وهو المعدة الحقيقية ، وقانصة أكبر حجما ذات جدر سمكية عضلية ، مبطنة بإفراز صلب ، حيث يطحن الطعام بواسطة حبيبات رملية تبتلع لهذا الغرض . الماشية والغزلان وبعض الثدييات التي تمضغ الطعام المعاد من المعدة إلى الفم (المجتررة) لها معدة من خمس حجرات : الثلاثة الأولى هي أجزاء متخصصة ولها بطانات خشنة قرنية حيث يكشط الطعام ويعامل بالبكتيريا (شكل ٢٧ - ١٠) . القوارص والخيل وبعض آكلات العشب الأخرى لها أعور كبير رقيق الجدر عند اتصال الأمعاء الدقيقة والغليظة ؛ يوجد بعض الهضم البكتيري للسليولوز في هذه الحجرة . الإنسان له أعور قصير (شكل ٤ - ٣) ، تتصل به الزائدة الدودية وهذه الأخيرة ليس لها وظيفة مفيدة معروفة ، وقد تصاب وتحتاج إلى إزالة جراحية .

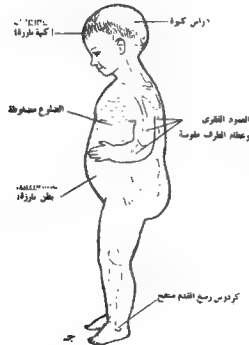
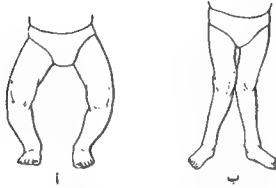


شكل ٤ - ١٣ : الأسفريوط ، من نفس فيتا مين ج (أ) لفة طبيعية لشخص يتسلم تغذية مناسبة من فيتامين ج في الليمون ، عصير الطعام... الخ . (ب) لفة لأسفريوط حاد ، متضخمة ومنزفة .

الكائنات الدقيقة لا غنى عنها في هضم السليولوز بواسطة بعض التل الأبيض وقليل من اللافقاريات آكلة الخشب . إذا ما أزيلت البكتيريا والأوليات الموجودة عادة في الجهاز الهضمي للنمل الأبيض (بترميزها للدرجة حرارة عالية) ، فإن الحشرة تموت جوعا لأنها لا تستطيع إنتاج أنزيمات تهضم السليولوز في غذائها من الخشب . الحيوانات التي تمتص الدم يكون لها عادة معدة مانعة للتجلط خاصة في اللعب ، تجعل الدم في حالة سيولة أثناء عملية الأمتصاص . في الحشرات الحرشفية وأقاربها ، التي تمتص السوائل النباتية ، الجزء الطرق من الأمعاء ينتشئ للخلط على شكل أنشودة تتلاءم مع جيب متسع من المريء ، تلك « الحجرة المرشحة » تتخلص من الماء الزائد الموجود في المواد الغذائية ذات التركيز المنخفض جدا .

قليل من الحيوانات تهضم طعامها جزئيا خارج الجسم ، الحيوان الأول فامبيرلا يفرز أنزيمات ، سليوليز ، يذيب الجدر الخلوية لطحلب السيروجيرا ، الذي يتغذى عليه . بعض أنواع نجم البحر قد

تخرج معدتها لتتلف وتضم فريسة كبيرة . يرقا بعض الخنافس (ديدسكس ، لا ميسر .. الخ) تحن بروتينز في فريستها - أى ذبابة ، والزقات والقواقع - وتبدأ في هضم أجزاء من هذه الحيوانات ثم يتلغ هذا الغذاء اللين بعد ذلك .



شكل ٤ : ١٤ : كساح الأطفال . نتيجة نقص فيتامين د في الغذاء . (أ ، ب) تشوهات الأرجل . (ج) تشوهات أخرى ، ليس من الضروري ظهورها كلها في نفس الشخص (عن هاريس ، فيتامينات ، ج ، ١ ، نشر تشل ، محدودة)

مراجعة

- ١ - لماذا تحتاج الحيوانات إلى الطعام باستمرار ؟
- ٢ - قارن بين الهضم داخل الخلايا والهضم خارج الخلايا ؛ وأيضا بين جهاز هضمي كامل وغير كامل .
- ٣ - ما هو الغرض من القناة الهضمية ، وما هي عملياتها الرئيسية ؟
- ٤ - كيف تعمل الأنزيمات ؟
- ٥ - لماذا يمكن لإنسان أو فرس أن يشرب من جدول حينما يكون الفم منخفضا عن الجسم ؟
- ٦ - إذا ما فشلت المعدة في إفراز حامض هيدروكلوريك ، فأيّة أنزيمات وأنواع من الطعام تتأثر وكيف ؟
- ٧ - أية أسس فيزيائية هامة تدل عليها الحملات في الأمعاء الدقيقة ؟
- ٨ - لماذا تفسر أن كثيرا من الأنزيمات اللازمة للهضم تنتج في أعضاء منفصلة (البنكرياس ، الكبد) ؟ ألم يكن من السهل جعل المعدة والأمعاء تنتجان كل الأنزيمات الضرورية ؟
- ٩ - بين الوسائل التي بواسطتها يحافظ الحيوان على مستوى ثابت من السكر في الدم .
- ١٠ - أشرح التأثيرات التي قد تنتج عن إزالة المعدة ؛ والكبد ؛ والبنكرياس جراحيا .
- ١١ - اذكر بعض العناصر النادرة في غذاء الإنسان ؟ ماذا يحدث عند نقصها ؟
- ١٢ - فقط فيتامين ١ ، د تختزن في الجسم ، ومن الواضح أنها تكون سامة فقط في الكميات الكبيرة . ماذا يوحي هذا لك عن الفيتامينات الأخرى ؟
- ١٣ - تتبع سير جزئى من الكربوهيدرات من فم الإنسان حتى وصوله إلى عضلة إرادية ، أذكر اسم كل عضو أو تركيب يمر فيه ، وصف التحولات الكيميائية التي يجتازها ؛ أذكر الأنزيمات المستخدمة في الأماكن الملائمة . أفلل نفس الشيء للدهن وللبروتين .
- ١٤ - ماذا يقصد بالتعبير « الحالة الديناميكية للبروتين في الجسم » ؟

افصل الخامس

الأجهزة الدورية

عمليات الحياة لحيوان ما تحتاج أن يكون الطعام والأكسجين متاحين للأبيض في جميع أجزاء جسمه ، وأن الفضلات تراح فوراً . في الأوليات ، هذه التبادلات تساعد بواسطة الحركات الجارية للمستوبلازم بداخل الجسم وحيد الخلية ، وفي الأنواع البسيطة عديدة الخلايا ، تحدث التبادل عن طريق الانتشار بين خلايا البشرة وأجزاء الجسم المجاورة . الحيوانات الأكثر تعقيداً ، ذات الأعضاء والأنسجة المعزولة جيداً عن الخارج أو المعى ، لها جهاز دورى للنقل الداخلى (شكل ٥ - ١) . وأجزاءه الأساسية هي (١) الدم ، مكوناً من سائل البلازما وخلايا حرة أو كرات الدم ؛ (٢) القلب (أو تركيب مكافئ له) يمد عضلية تقبض دورياً لتضخ الدم خلال الجسم ؛ (٣) جهاز من أوعية دموية أنبوبية خلالها يتحرك الدم . الجهاز مقفل في الديدان الحلقوية ، خيار البحر ، الراسقديات ، الحلقيات ، والفقاريات ، حيث تنقل الأوعية الدم من القلب في دوائر متعددة خلال الأنسجة وتعود به نحو القلب . كثير من الرخويات وجميع مفصليات القدم لها جهاز مفتوح (فجوى) ، حيث يدفع الدم من القلب خلال أوعية دموية للأعضاء المتنوعة ولكنه يعود جزئياً أو كلياً خلال تجاويف في الجسم (تجويف دموى) إلى القلب .

٥ - ١ اللافقاريات

الأسفنجيات، اللاسعات ، المشطيات ، الديدان المفلطحة ، والبرايموزوات ليس لها جهاز دورى . وهو بسيط التكوين فقط في الديدان الشريطية ، الراكيبودات ، القرونيديات ، ولكنه أكثر تطوراً في الرخويات ، الحلقيات ، ومفصليات القدم . في كثير من شعب اللافقاريات ، يعمل السائل السيلومى كجهاز دورى . بلازما الدم عديمة اللون في بعض اللافقاريات ؛ في الأخرى ، تكون ملونة بواسطة صبغات تنفسية مشابهة تحمل الأكسجين (أنظر فصل ٦) . البلازما الحمراء في ديدان الأرض وبعض يرقات الحشرات (مثلاً ، كيرونومس) تحتوى على مادة تشبه الهيمو جلوبيين ، لإرتو كرورين ؛ وفي الدم « الأزرق » لكثير من الرخويات والقشريات ، يوجد هيموسيانين . دم اللافقاريات يحتوى على عدد محدود من كرات أميية أو « خلايا دم بيضاء »

قلب اللاقاريات يقع في الجهة الظاهرية للفتاة المضمية ، ما عدا في ديدان الأرض التي لها خمسة أزواج من القلوب الجانبية . في معظم الرخويات ، يكون القلب قصيرا ، ويقع بداخل كيس تاموري رقيق ، ويتكون من أذين واحد أو أذنين رقيقين الجدر ، تتسلم الدم من الجسم وتنقله إلى بطون واحد عضلي الجدار . ينقبض الأخير ليدفع الدم خلال الأوعية ، أو الشرايين ، التي توزعة إلى الأعضاء المتنوعة (شكل ١٩ - ٧) .

الحشرات وكثير من مفصليات القدم الأخرى لها قلب كائوبية ضيقة بفتحات جانبية (ثغور) مرتبة عقليا ، تتسلم الدم من تجاويف الجسم ، وتضخه خلال أورطى وسطى للأعضاء والأنسجة (أشكال ٢١ - ٤ ، ٢٢ - ٤) . دودة الأرض لها عدة أوعية تمتد بطول الجسم ، مع أوعية موصلة عرضية مزدوجة في معظم قطع الجسم . ينتج الدوران بواسطة انقباض الوعاء الظهري الوسطى وبواسطة خمسة أزواج من القلوب تقع بعيدة للأمام في الجسم (شكل ٢٠ - ٢) .

٥ - ٢ دم الفقريات

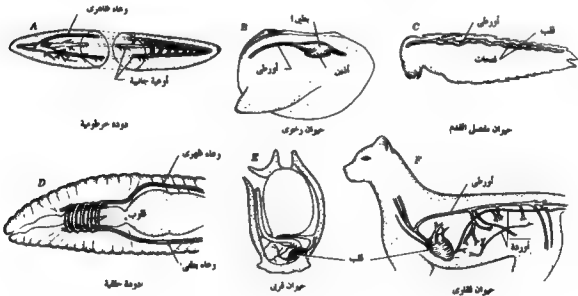
في جميع الفقريات ، يشمل الدم (١) بلازما عديمة اللون تقريبا ؛ (٢) خلايا دم بيضاء بأنواع عديدة ؛ (٣) خلايا حمراء ملونة بالهيموجلوبين الذي تحتويه ، الذي يعمل على نقل الأكسجين ؛ (٤) خلايا صفراء (صفائح أو خلايا جلطية) (شكل ٥ - ٢) . تحمل البلازما أغذية مذابة فضلات إفرازات داخلية ، وبعض الغازات . بلازما دم الإنسان تتكون من حوالى ٩٢٪ ماء بالإضافة إلى بروتينات ومركبات عضوية أخرى وحوالى ٩٪ أملاح غير عضوية ، أساسا كلوريد الصوديوم ؛ في حالة الصحة ، تختلف هذه النسب ولكن بدرجة بسيطة . السائل الملحي الفسيولوجي المحتوى على نفس الأنواع والكميات من هذه الأملاح يمكن أن يستخدم لتخفيف الدم بدون إتلاف الكرات . الذكر المتوسط (١٥٥ رطلا أو ٧٠ كج) يحتوى على ٥ إلى ٦ كوارت (لتر تقريبا) من الدم حوالى ٦٠٪ منه بلازما .

٥ - ٣ كريات الدم الحمراء

الخلايا الحمراء لها أنوية في كل الفقريات تقريبا ما عدا الثدييات حيث تكون عديمة النواة ، مقعرة الوجهين ومستديرة (بيضية في الجمال) غير أن خلايا الثدييات الحمراء يكون لها أنوية أثناء النمو . الخلايا الحمراء في الإنسان تبلغ في مجموعها ٣٠ تريليون (3×10^{12}) ؛ كل خلية قد تعيش إلى ١٢٠ يوما وتعمل ٥٠ ألف دورة في مجرى الدم . الخلايا الحمراء أكثر عددا في الأطفال وفي الأشخاص الذين يعيشون عند مرتفعات عالية ؛ كما أن أعدادها تنحدر في بعض الأمراض فتنحدر في حالة الأنيميا . الخلايا الحمراء تنتج أساسا في نخاع العظام الأحمر ، ويختزن غالبا إمداد زائد منها في الطحال . الخلايا القديمة تتحطم أساسا في الطحال ، ومنه يمر أكثر الهيموجلوبين إلى الكبد ؛ يخرج صيفه في الصفراء أما حمواه الحديدى فيعود معظمه إلى النخاع .

٥ - كريات الدم البيضاء

الأنواع المتعددة من كريات الدم البيضاء لما أنشطتها الرئيسية في الأنسجة ، وتلك التي ترى في مجرى الدم ليست سوى جزء من مرور عابر في طريقها من منشأها في نخاع ، الطحال أو التركيبات الليمفاوية إلى الأنسجة أو إلى موتها. الخلايا الليمفاوية ، بنواة واحدة مستديرة ، هي الأكثر شيوعاً في الأوعية الليمفاوية وفي العقد الليمفاوية على امتداد تلك الأوعية ؛ الخلايا المحبة (كريات متعادلة ، كريات قاعدية ، كريات حمضية التفاعل) بالأوعية المفصصة ، توجد في مجرى الدم وأيضاً حول الأنسجة . العمر المقرر لخلية بيضاء هو ١٢ إلى ١٣ يوماً . معظم الخلايا البيضاء من كلى النوعين يمكنها أن تؤدي حركات أميبية ويمكنها أن تزحف بين الطلائية الداخلية التي تبطن الشعيرات الدموية إلى أماكن بين خلايا الأنسجة . هناك يمكن لكثير منها أن تعمل كخلايا ملتهمة لتحصى الجسم بواسطة التهام البكتيريا التي تغزو الجروح . في حالة إصابة حادة ، مثل التهاب الزائدة الدودية أو التهاب الرئوى فإن الكريات المتعادلة والخلايا الليمفاوية الصغيرة تزداد بشكل ملحوظ ؛ عدد الكرات البيضاء الكلى سوف يرتفع عن المعتاد (٥,٠٠٠ إلى ١٠,٠٠٠) إلى ٢٠,٠٠٠ أو



شكل ٥ - ١ : أنواع من الأجهزة الدورية في الحيوانات . (أ) (دودة شريطية) ، أوعية بسيطة ظهرية وجانبية بطول الجسم ذات وصلات عرضية . (ب) حيوان رخوى (ذو مصراعين) ، قلب ظهري بأذين (واحد أو اثنين) وبطين ، أورطي أمامي وخلفي ، يعود الدم خلال تجاويف الجسم (تجويف دموى) - جهاز مفتوح . (ج) حيوان مفصل القدم (حشرة) ، قلب أقبوي ظهري وأورطي ، يعود الدم خلال تجاويف الجسم (تجويف دموى) - جهاز مفتوح . (د) حيوان سحلي (دودة أرض) ، أوعية ظهرية وبطنية (وأخرى مع وصلات عرضية - جهاز مغلق . (هـ) حيوان قرني (زق مجرى) ، قلب وأوعية أورطية ، الأوعية قائمة ؛ يتنكس سران الدم . (و) حيوان فقاري (ثديي) ، قلب ذو غرف ، أورطي محدد ، شرايين ، وأوردة ، وصلات مع أعضاء التنفس - جهاز مغلق .

٣٠,٠٠٠ في كل ملليمتر مكعب لتكافئ الإصابة . الصديد الأبيض لمنطقة مصابة يتكون من خلايا بيضاء ميتة ، خلايا أنسجة ، ومصل الدم .

صفائح الدم أو الخلايا الجلطية هي عنصر غامض من الدم ولكن لا غنى عنه . فهي قرصية الشكل تقريبا ، أصغر بكثير من الخلايا الحمراء ، وبدون أنوية . حينما يصاب وعاء دموي ، فإن صفائح الدم تتجمع وتحلل ، مطلقة ثرومبولاستين الذي يحفز عملية التجلط .

٥ - ٥ وظائف الدم

يؤدي الدم العديد من الوظائف لأجزاء الجسم العديدة البعض منها قد ذكر سابقا ، ولكن جميعها قد يذكر هنا لنبين أهمية هذا الوسط السائل الدائر . يقوم الدم بحمل (١) الأكسجين وثاني أكسيد



A



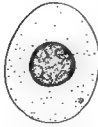
خلية لمفاوية



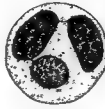
حبة جلطة



عينة دم حراء



كروية حمراء



كروية حمراء



كروية حمراء الأسطوانية



كروية حمراء للشمال

شكل ٥ - ٢ : (أ) خلايا الدم في الضفدع ، العديد من الخلايا الحمراء ، قليل من الخلايا البيضاء (صورة خلايا حقيقية . (ب) خلايا الدم في الضفدع (رسم تخيلي)

الكربون بين الأعضاء التنفسية وأنسجة الجسم (فقرات ٦ - ٨ ، ٦ - ٩) ؛ (٢) الماء والأطعمة المهضومة من القناة الهضمية للأعضاء الأخرى (فقرة ٤ - ١٠) ؛ (٣) الأطعمة المخترنة من عضو أو نسيج إلى آخر حسب الحاجة (فقرة ٤ - ١٠) ؛ (٤) الفضلات العضوية ، الملائم الزائدة المائية ، والماء إلى الأعضاء الإخراجية (فقرة ٧ - ٣) ؛ (٥) الهرمونات من المناسل حيث تنتج إلى أماكن استخدامها (فصل ٨) بجانب وظائف النقل المتنوعة هذه ، ينظم الدم أيضا PH الأنسجة في حدود ضيقة بواسطة منظمات مثل الفوسفات والكربونات ؛ الدم قلوى ضعيف وله PH ثابتة نسبيا عند ٧,٤. يقوم بدور هام جدارى التوازن المائى بين الأنسجة والتركيبات الأخرى فهو يفعل ذلك بمعدل معين بحيث أن محتوى الماء في الدم لا يتغير بدرجة محسوسة في الفرد العادى . في الطيور والثدييات ذات الدم الحار ، يعمل الدم ، بالتوزيع التفاضلى بين الأعضاء الداخلية وسطح الجسم على الحفاظ على درجة حرارة الجسم كله في حدود ضيقة . أخيرا ، الدم هو وسيلة دفاعية ضد الكائنات الغريبة ، وعلى ذلك له دور رئيس في الحفاظ على الصحة العادية ومقاومة تأثيرات الإصابة .

٥ - ٦ التجلط

حينما يقطع وعاء دموى ، فإن الدم الصادر عنه يوقف في الحال بواسطة جلطة وقائية في خلال ثوان ، تلتصق صفائح دموية بأطراف القطع وتكون سدادة . الرمو بلاستين ، وهو في الحقيقة عدة مواد ، ينطلق من الأنسجة المصابة ومن الصفائح الدموية المتحللة ، ويتكون من عوامل موجودة في بلازما الدم . بالاتحاد مع أيونات الكلسيوم الموجودة دائما في البلازما ، فإن الرمو بلاستين يؤثر على بروتومين ، أيضاً في الدم يمتزج ثرومين . وهذا الأخير يحول بروتين الدم الذائب ، فيبرينوجين ، إلى فيبرين الذى يصبح كتلة من ألياف دقيقة متشابكة مع كرات الدم مكونة جلطة . السائل المتخلف من الجلطة هو مصل الدم . وثمة مادة أخرى ، الهيبارين ، تمنع تكون الثرومين في الدم الذى يمرى في المعتاد بداخل الأوعية الدموية . النقصان في عدد صفائح الدم يطيل وقت التجلط . الدم المسحوب لعمليات نقل الدم ، أو في الاستخدام المعملى ، يحفظ من التجلط بإضافة سترات الصوديوم التى تجعل أيونات الكلسيوم غير متاحة . في بعض الأشخاص الذكور المعروفون « بالنارفين » ، يتأخر التجلط طويلا أو يفشل ؛ قطع عميق أو خلع سنة قد يتسبب في الوفاة نتيجة فقدان الدم (نزف) . هذه الحالة تسببها مرض وراثى مرتبط بالجنس (هيموفيليا) منقول بواسطة الإناث ولكنه ظاهر فقط في الذكور ؛ بين الإناث ، هؤلاء فقط متجانسون لأردواج للنقص يعانون من المرض .

٥ - ٧ الأجسام المضادة

حينما يدخل « بروتين غريب » (أى ليس طبيعيا في الجسم) في دم حيوان ، فإن مادة وقائية خاصة ، جسم مضاد ، يتكون عادة في نسيج ليفى . وعلى ذلك حينما يحقن في حمامة جرعة

صفيرة (أقل من الميتة) من سم الحية ذات الجرس ، فإن بلازما الطائر ، بعد عدة أيام ، سوف تحوى أجسام مضادة قادرة على معادلة جرعة أكبر من السم . فالسم قد يعمل كمولد للمضاد ، إذ يحث بعض الأنسجة أن تنتج جسما مضادا الذى يحمل أساسا فى بلازما الدم . البكتيريا والكائنات الأخرى قد تعمل كمولدات للمضاد . الأجسام المضادة قد توقف نشاط بعض الفيروسات ، تعادل السموم البكتيرية ، وتساعد على الالتئام بتفريعات على أسطح الميكروبات . الشفاء من أى مرض سببه جرثومى يعزى إلى إنتاج أجسام مضادة ، تمنح عادة درجة من المناعة مؤقتة أو دائمة لإصابة أخرى للكائن نفسه . الإنسان والحيوانات الأليفة أصبحت الآن لديها مناعة لبعض الأمراض بواسطة حقن الكائنات الميتة أو الضعيفة (لقاح) لمرض معين أو مصل ذى مناعة (مضاد للسم) من حصان أو حيوان آخر قد حقن سلفا . الأمثلة هى لقاحات للجدرى وحمى التيفود ومضادات السموم للدفتيريا ، تيتانوس ولدغ النعاب .

جدول ٥ - ٩ : المميزات العادية لخلايا دم الإنسان

نوع الخلايا ووسط النقل في التركيب : اللون : الصبح	كل مليون مكعب من الدم	وايت للدم : البصر (١٠٠٠) = المصغر	الوظيفة
خلايا الدم الحمراء	عندما الأتوية مستديرة ، مفرقة الطلاية المطية للشعيرات لي ٥٠٠٠,٠٠٠ (في الذكور) الوجهين صفراء برشالية ، ٤,٥٠٠,٠٠٠ (في الإناث) ٧,٥ إلى ٧,٧ ٨,٦ في الدم الطازج)	تخاع القطم	نقل الأكسجين ويخفي في الأوعية الدموية
خلايا الدم البيضاء	عندما اللون أبيض الحبيبات النواة ١٠,٠٠٠ إلى ١٠,٠٠٠ القوية متصلة بنقطة تصنع أرجوانيا داكنا ، السيتوبلازم محب ، أزرق فاتح ، ١٠ ١٢	خلايا الطلاية الداخلية الشبكة عارجل الشعيرات تخاع القطم	أمية ، يتركها ترك الأوعية الدموية ودخول الأنسجة
١ - خلايا عجيبة :	السيتوبلازم محب ، أزرق فاتح ، ١٠ - ١٢	تقوم الإحصاء	تحمي ضد الفرو البكتيري
أ) كريات متعادلة	الحبيبات تصنع ضعفاً	تحمي ضد الفرو البكتيري	تحمي ضد الفرو البكتيري
ب) كريات ليوسينية	الحبيبات قليلة (حمراء)	تحمي ضد الفرو البكتيري	تحمي ضد الفرو البكتيري
٢ إلى ٥ %	الحبيبات كبيرة ، أزرق غامق	وظائفها غير معروفة	وظائفها غير معروفة
ج) كريات قاعدية	٥٠,٥ %	وظائفها غير معروفة	وظائفها غير معروفة
٢ - خلايا ليفانية :	النواة وحيدة ، كبيرة ، مستديرة ، زرقاء غامقة ، سيتوبلازم خفيف ، أزرق واثق ، ٦ إلى ١٠	النسيج الليفاني الطحال ، الغدة التيموسية ، الغدة الليفانية	غير متحركة ، تنجح أجساماً مضادة
٣ - كريات كبيرة	النواة وحيدة ، كبيرة ، مستديرة ، زرقاء غامقة ، سيتوبلازم كثيف ، أزرق غامق ١٢ إلى ١٥	الطحال وغذاء الطعم	متحركة جداً ، ملتهبة
صفائح الدم :	صغيرة ، كاسرة ، لا يوجد نواة ، أزرق غامق إلى أرجواني ٢ إلى ٤	قطع سيتوبلازمية من خلايا كبيرة النواة في نخاع العظم	تعد مادة لازمة في الصلابة
حوالي ٢٥٠,٠٠٠ إلى ٤٠٠,٠٠٠			

* صبغ يحوي على نوعين من الصبح ، أزرق الخليلين وأنيوسين ، مع يكرينونات الصوديوم وكحول ميثيل .

٥ - ٨ فصائل الدم في الإنسان :

إذا ما خلطت خلايا الدم الحمراء من شخص يلازما الدم لفرد آخر ، تبقى الخلايا منفصلة في بعض الحالات ، ولكنها تصبح متجمعة ، أو ملتصقة في البعض الآخر . يعتبر هذا أمراً ذا أهمية عملية كبيرة حينما يبحث عن دم من يعطى سليم لينقل إلى أوردة شخص مريض أو مجروح ؛ فإذا ما حدث تجمع لكرات الدم ، فإن الشخص قد يموت بدلاً من إسعافه . دم المعطى والمريض يجب أن يكون « متطابقاً » . الاختبارات العديدة يثبت أنه يوجد نوعان من مولدات المضادات (مولدات الإلتصاق) تسمى B, A في الخلايا الحمراء للأشخاص المختلفين ، وتحتوى البلازما على نوعين من الأجسام المضادة (المصقات) تسمى a (مضاد B) و b (مضاد A) . توجد أربع فصائل للدم بين البشر : فصيلة O ، بها أجسام مضادة a و b ولكن ليس بها مولدات المضادات ؛ فصيلة A ، جسم مضاد b مولد مضاد A ؛ فصيلة B ، جسم مضاد a ، ومولد مضاد B وفصيلة AB ، مولد مضاد B, A ولكن ليس بها أجسام مضادة . نتائج اختلاط خلايا فصيلة ما مع بلازما فصيلة أخرى ملخصه في جدول ٥ - ٢ . خصائص فصائل الدم موروثة وتبقى ثابتة طوال الحياة . الدم في القرود الشبيهة بالإنسان بشبه واحداً أو آخر من فصائل الدم في الإنسان ؛ القرود والتدبيات الدنيا لديها أيضاً فصائل دم ، ولكنها ليست مطابقة لتلك في الإنسان . مولدات مضادات أخرى (N, M) موجودة في الخلايا الحمراء للإنسان . وتلك تسبب في وجود ثلاثة أنواع من الدم : تلك التي بمولدات المضادات M فقط ، أخرى بمولدات N فقط ، وثالثة بكلائي المولدين . لا يحدث تجمع حينما تخلط هذه .

البلازما الجافة المعقمة ، بدون كرات دموية ، تستخدم الآن بتوسع في نقل الدم . وتبقى صالحة بصفة دائمة تحت ظروف جوية متنوعة ، تحتاج فقط أن تخلط بماء معقم قبل الحقن ، ولا تسبب أية مشكلة للإلتصاق .

جدول ٥ - ٢ : نتائج خلط خلايا ومصل لفصائل دم الإنسان

		فصيلة الدم			
		O	A	B	AB
		مولدات المضادات			
		في الخلايا الحمراء			
مجموعات الدم	O	لا يوجد	A	B	AB
	A	لا يوجد	—	+	+
	B	لا يوجد	+	—	+
	AB	لا يوجد	—	—	—

مطابق ، لا يحدث إلتصاق

غير مطابق ، يحدث إلتصاق

٥ - ٩ عامل Rh

حوالى ٧.٨٥٪ من الرجل الأبيض لديهم مولد مضاد آخر في خلايا دهمهم الحمراء ، ويعرف دهمهم $Rh+$ (Rh موجب) ؛ وهؤلاء الذين يفتقرون إلى هذه المادة يسمون $Rh-$ (Rh سالب) ، الفرق بينهما ينتج من الوراثة . إذا ما نقل بصفة متكررة دم $Rh+$ إلى فرد $Rh-$ ، فإن مضاد المولدات يحدث إنتاج مولد الملصق المضاد Rh . ويسمى هذا تحسينا متساويا ، حيث أن كلى مولد المضادات (Rh) والجسم المضاد (مضاد Rh) يوجدان في نفس النوع .

شخص $Rh-$ عندما يستقبل دما من معطى $Rh+$ لا يبدى أى تفاعل أولا ، ولكنه فيما بعد يصبح متساويا التحصين ؛ إذا ما نقل للمريض بعد ذلك دم $Rh+$ يحدث تفاعل خطير ، عادة يميت . الملصقات المضادة Rh تسبب تكسر كرات الدم المنقول $Rh+$

الأم $Rh-$ التى تحمل جنينا $Rh+$ (الذى تسلم العامل $Rh+$ من الأب) قد تصبح محصنة بواسطة كرات الدم الحمراء الجنينية ذات $Rh+$ التى تدخل دورة الأم . ثم في حمل ثان أو فيما بعد ، فإن الملصقات المضادة Rh للأم تعبر المشيمة ، تدخل البورة الجنينية ، وتكسر خلايا الدم الحمراء للجنين ، عادة تؤدي إلى نتائج مميتة . هذا المرض (تكسر كرات الدم الحمراء في الجنين أو المولود الجديد) يسبب عادة في فقدان حالة حمل من كل ٥٠ بين النساء البيض في الولايات المتحدة . ونادرا ما يتكون المرض مع الطفل الأول . إذا ما اكتشف عدم تطابق Rh الأم والجنين قبل مولد الطفل الأول ، فإن الأم يمكن إعطائها مصل بعد الولادة في الحال ، الذى يحطم مولدات المضادات Rh الجنينى ، وعليه نحى الطفل التالى بمنع تكوين أجسام مضادة Rh للأم .

٥ - ١٠ الجهاز الليمفاوى

ضمن أنسجة الجسم ، يوجد سائل ملاصق للخلايا الفردية والشعيرات الدموية ، يعرف بالسائل الليمفى أو الليمف . أساسا هو عبارة عن راشح البلازما ، سائل ينشأ من تسيل أو رشح للماء مع مواد مذابة من خلال جدر الشعيرات الليمفى يلعب دورا حيويا في النقل بين الخلايا ، في الانتشار ، وفي المناعة . وهو في الأصل بين خلوى ، غير أنه قد يعود إلى الدم خلال الجهاز الليمفاوى . بين الخلايا في جميع الأنسجة توجد قنوات دقيقة حيث يتجمع سائل . تلك القنوات تتجمع لتكون أوعية ليمفاوية رقيقة الجدر لها صمامات . معظم الأوعية الليمفاوية رقيقة لدرجة أنها لا ترى في التحضيرات التشريحية . وتصبح أكبر في الصدر وهناك تنحد لتكون القناة الصدرية ، التى تفتح في الجهاز الوريدي قرب القلب (شكل ٥ - ٥) . الجهاز الليمفاوى يحمل سائلا في اتجاه واحد فقط ، من الأنسجة إلى الدم والقلب . يتحرك السائل بواسطة فعل التدليك للمضلات على الأوعية الليمفاوية وبواسطة تغيرات الضغط الصدرى للتنفس . وتمنع الصمامات عودة السائل . الجهاز الليمفاوى هو المسار الأساسى الذى عن طريقة تصل الدهون ، المحتصة من الأمعاء ، إلى مجرى الدم . وتوجد عدة عقد ليمفاوية مبعثرة على طول الجهاز وبجانب إنتاج الخلايا الليمفاوية ، تحمى العقد الجسم من

الإصابة بكتاتبات الأمراض المتفرصة .

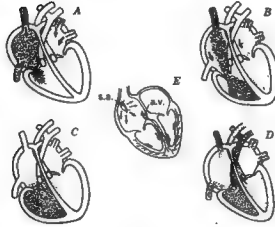
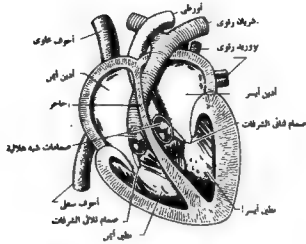
الطحال جزء من الجهاز الليمفاوى والدورى ، قادر على العمل كمخزن ليضم خمس أو ثلث الدم كله ؛ وهو يعمل على تنظيم حجم الدم فى أى مكان فى الدورة . بالإضافة إلى ذلك ، ينتج الطحال خلايا بيضاء (خلايا ليفلوية) ويحطم الخلايا الحمراء القديمة .

٥ - ١١ القلب

الجهاز الدورى الكلى فى أى حيوان فقارى يتكون من القلب ، الأوعية الدموية (الشرايين الصغيرة ، الشعيرات ، والأوردة) ، والقنوات الليمفاوية والعقد (شكل ٥ - ٥) . القلب يتركب من سلسلة من الحجرات يجدر عضلية بسيطة أو سمكية ، تتسلم الدم من الأوردة وتضخه خلال الشرايين . فى القلب ذى الحجرتين للأسمك (أدين وبطين) ، الدم المار خلال القلب غير مؤكسج . البرمائيات ومعظم الزواحف لها أذنان يتسلمان الدم من الجسم والرئتين بالترتيب ، وبطين واحد ؛ التماسيح لها قلب من أربع حجرات . فى الطيور والثدييات ، القلب ذو الحجرات الأربع (أذنان ، وبطينان) ، هو فى الواقع تركيب مزدوج ، الجانب الأيمن يضخ فقط من الجسم إلى الرئتين ، والجانب الأيسر من الرئتين إلى الجسم (أشكال ٥ - ٣ ، ١٣ - ٣) .

عمل القلب يكون تحت توجيه عصى لا إرادى ، ولكن القلب سوف يستمر فى التنفس بعد ما انقطع كل الاتصالات العصبية تجريبيا . الاستقلال المميز لعضلة القلب قد يوضح عن طريق إزالة القلب من حيوان برمائى ، وتعليقه فى محلول ملحي فسيولوجى (٠.٧ ٪ ص كل) ، حيث تستمر الانقباضات المنتظمة لمدة تصل إلى عدة أيام . التنظيم الأولى لضربات القلب يكون بواسطة مجموعات من خلايا قلبية متخصصة . منظم الضربات (عقدة أذينية جيبية فى جدار الأذين الأيمن) يبدأ منه انقباض الأذنين بعد ثوان قصيرة ، ينبه مركزا ثانيا (عقدة بطينية أذبية ، فى الحاجز بين الأذنين) ، الذى بدوره يؤثر على حزمة هس فى جدار البطينين لبدأ الانقباض هناك .

إن تنابع عمل القلب فى الإنسان يكون كما يلى (شكل ٥ - ٣ إلى ٥) : أولا يمتلئ الأذين وينقبض ، ثم يمتلئ البطين وينقبض . حينما يبدأ البطينان فى لانقباض ، تنقل للصمامات ثنائية وثلاثية الشرفات المؤدية للأذنين نتيجة لزيادة ضغط الدم . الصمامات نصف الهلالية لا تبقى معلقة ؛ وعليه فالدم يقف فى جميع الاتجاهات ويزداد ضغطه . حينما يتجاوز الضغط فى البطين ذلك الذى فى الشرايين ، تفتح الصمامات نصف الهلالية ، ويتدفق الدم فى الجهاز الشريانى . الفترات القصيرة التى خلالها يمتلئ الحجرات ، تمد عضلة القلب بالراحة الوحيدة خلال الحياة . قلب الإنسان فى الشخص البالغ العدى الهادئ ينقبض أو ٥ نبضات حوالى ٧٢ مرة فى الدقيقة ؛ ويزداد المعدل بالتمرينات ، الاثارة العاطفية ، وبعض الأمراض . فى بعض الطيور والثدييات الصغيرة ، ينبض القلب ٢٠٠ إلى ٤٠٠ كل دقيقة . حيث أن الدم يتحرك من القلب فى سلسلة من التدفقات ، فإنه يمكن الاحساس به كبض فى شريان معرض مثل ذلك الذى فى المعصم أو الصدغ . ويكون النبض فى أقوى مداه حينما



شكل ٥ - ٣ فوق . قلب الثدييات (الإنسان) مفعوح في مستوى جيبى ، منظر بطنى - أسفل طريقة عمله (أ - د) تين الأسهم مجرات سريان الدم النقط السمكة : دم غير مؤكسج ، النقط الدقيقة ، دم مؤكسج (أ) الأذنيان ممتلئان من الأوردة . (ب) الدم يدخل البطينين المرغطين . (ج) الأذنيان منقبضان ، الصمامات متغلقة . (د) البطينان منقبضان ، يدفع الدم إلى الأورطي والشرايين الرئوية . (هـ) مكان العقد الجيب أذبية (ج . أ) والأذنين بطينية (أ . ب) - تين الأسهم انتشار التنظيم . الأورطي والشريان الرئوي يخرجان في الحقيقة من الجانب الظهرى (المؤخرة) ، ولكنهما موضحان هنا عل أنهما يساعدان في تصب سريان الدم . (معدل عن بستر وتيلور ، جسم الإنسان ووظائفه ، هزى هولت وشركاه ، محدودة)

ينقبض القلب (انقباض : سيستول) وفي أضعفه حينما يتلأ (إنبساط : دياستول) وينخفض عند مسافات بعيدة عن القلب ، نتيجة فقدان الاحتكاكى ، وبالأخص في الشرايين الصغيرة ، وسريان العودة في الأوردة يكون سلسا عمليا . الضغوط النموذجية للإنسان بالمليمتر من الزئبق هي الشرايين . ٨٠/١٢ : (انقباض/انبساطى) ؛ الشعيرات ١٠/٣٠ ؛ الأوردة ١٠/صفر .

٥ - ١٢ الأوعية الدموية

الشرايين هي أوعية دموية (شكل ٥ - ٤) تحمل الدم بعيدا عن القلب . وهي مبطننة بطلاية ملساء شفافة ولها جدر قوية تحتوي على خلايا عضلية ملساء وألياف نسيج ضام للمحافظة على ضغط الدم الناتج من انقباضات القلب . الشرايين تتفرع ثانية وثانية إلى أوعية أصغر بالتتابع ، ذات جدر أرق ، تمتد إلى جميع أجزاء الجسم . الشرايين الدقيقة تتصل بالشعيرات المجهرية ، التي لها جدر مكونة فقط من طلاية داخلية ومنتشرة بكثافة حول خلايا الأنسجة للجسم . هنا يتم توزيع الطعام والأكسجين من خلال جدر الشعيرات ، بعض البلازما والكرات البيضاء تترك الدم ، وكلا ثاني أكسيد الكربون والفضلات الأخرى تنتقل إلى الدم . تتصل الشعيرات لتكون أوردة صغيرة ، وتلك بدورها تتحد في أوردة أكبر ، تحمل الدم تجاه القلب أو إليه . تركيب الأوردة أساسا يشبه ذلك في الشرايين ، غير أن الجدر أرق ، وبها عضلات ونسيج ضام أقل ، حيث أن ضغط الدم في الأوردة يكون أقل منه في الشرايين . بخلاف الشرايين ، فإن الأوردة تتطوى حينما تكون فارغة . جدر جميع الأوعية الدموية مرنة وتسيطر على أليافها العضلية ألياف عصبية محركة للأوعية الدموية ، مسببة إتساع أو انقباض الشرايين الصغيرة ، وبذلك تتغير كمية الدم المار لأى عضو . الأوردة مزودة بسلسلة من الصمامات التي تساعد على المحافظة على تدفق الدم ثانية إلى القلب . الدم في الإنسان يساعد على تنظيم درجة حرارة الجسم بواسطة تنظيم فقدان الحرارة . الحرارة الزائدة تعمل من خلال مركز عصبى في النخاع ليمسح باتساع الأوعية الدموية السطحية في الجلد حيث يمكن أن تفقد الحرارة ؛ القشعريرة تنتج من انقباض مثل هذه الأوعية . في حالة القلب المستريح ، يكون معدل تدفق الدم في الثانية ٣٠٠ إلى ٥٠٠ سم في الشرايين الكبيرة ؛ ٠,٥ سم في الشعيرات .



شكل ٥ - ٤ : تركيب الأوعية الدموية (ليست بالحجم الطبيعي) الشريان به طبقة عضلية أسمك من تلك التي للوريد ، والوريد عانة أكبر من الشريان عناه . جدار الشعيرة يتكون من طلاية داخلية فقط .

٥ - ١٣ دورة الدم في الفقاريات

مسارات دورة الدم متشابهة في الأساس بين جميع الفقاريات ، ولكنها تختلف في التفاصيل اعتماداً على تعقيد القلب (واحد أو اثنين من الأذين ومن البطين) ، حالة الجهاز الكلى الباقى (لا يوجد بعد البرمائيات) ، ونوع التنفس (خياشيم أو رئت) (أنظر شكل ٥ - ٥) . دورة الدم في الإنسان أول من وضعها هو وليام هارفى (١٥٧٨ - ١٦٥٧) ، وهو فيزيائى إنجليزى فى مطلع القرن السابع عشر (فقرة ١ - ١١) .

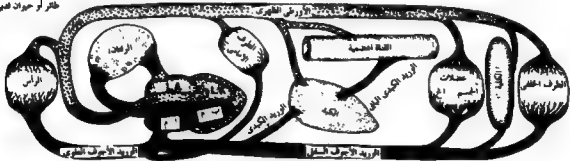
فى الإنسان ، مسار الدورة هو أساساً كما يلى : الدم الواصل من الأجزاء المتنوعة للجسم يمر فى أوردة جوفاء أمامية وخلفية ليدخل الأذين الأيمن ؛ يتدفق الدم خلال الصمام ثلاثى الشرفات (شكل ٥ - ٣) إلى البطين الأيمن ومنه ، نتيجة لانقباض قوى لعضلة القلب يمر خلال الصمام نصف الهلالى والشريان الرئوى إلى الرئتين .

فى الرئتين ، يمر الدم خلال شعيرات صغيرة عديدة فى أغشية تغلف الحويصلات الهوائية (شكل ٦ - ٤ ج) ، حيث يعاد أكسجه (شكل ٥ - ٦) ويتخلص مما به من ثانى أكسيد الكربون (أنظر فقرة ٦ - ٩) . من ثم يتدفق الدم إلى أوعية أكبر وإلى الأوردة الرئوية التى تفتح فى الأذين الأيسر . من خلال الصمام ثنائى الشرفات ، يصل الدم إلى البطين الأيسر ، حيث يدفع بواسطة انقباض عضل قوى فى الأورطى ، أكبر وعاء فى الجسم ودى أقوى جدار .

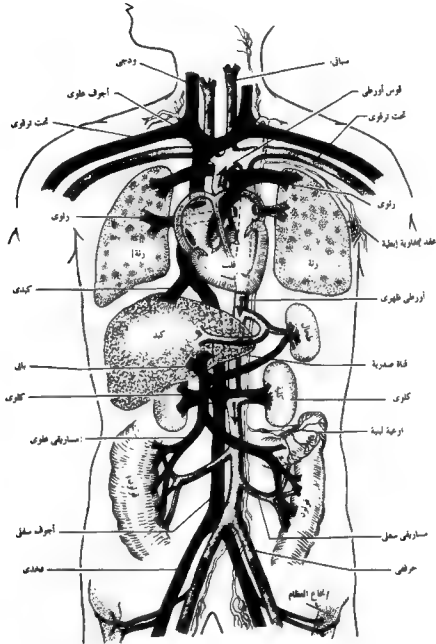
ينقسم الأورطى إلى عدة شرايين كبيرة ، التى بدورها تتفرع ثم تتفرع ثانية لتغذى جميع أجزاء الجسم. يتنقل الدم فى الشرايين ومنها إلى شرايين مجهرية ومن ثم إلى شعيرات غير عضلية فى الأنسجة . الانتشار خلال جدر الشعيرات والنقل النشط هى وسائل تبادل الماء ، الغازات ، الأملاح والمواد العضوية المذابة بين الدم والخلايا المكونة للجسم .

المسار المباشر للدم عند عودته للقلب يكون خلال الجزء الجهازى من الجهاز الوريدى . الشعيرات تتحد لتكون أوردة صغيرة ، وتلك تندمج لتكون أوردة ، فى النهاية تتجمع فى الوريدين الكبيرين ، الأجوف الأمامى والأجوف الخلفى .

نظر لمرحان هدى



شكل ٥ - ٥ : دوران الدم فى الطيور والثدييات . بين الأسهم مسارات دم . المناطق المظلمة ، دم غير مؤكسج ، المناطق الشاحبة ، دم مؤكسج .



شكل ٥ - ٦ : الأوعية الدموية الرئيسية للجهاز الدورى فى الإنسان بالنسبة للأعضاء الداخلية : المعدة ، الأمعاء الدقيقة ، المثانى ، والأعضاء التناسلية مخنوقة . تين الأسهم مسارات الدم . الأوردة منقطة ومدون عليها الميانات على الجانب الأيسر ، الشرايين غير منقطة ومدون يمينها على الجانب الأيمن . من الأوعية الرئوية ، تحمل الشرايين (الداكنة) الدم إلى الرئتين ، والأوردة (الشاحبة) تعيد الدم المؤكسج إلى القلب . القناة الصدرية من الجهاز الليمفاوى وقليل من العقد الليمفاوية موضحة (غير مظلة)

بالإضافة إلى الدورة الكاملة السابق شرحها توجد ممرات جانبية حيوية عديدة. الدم الشرياني في البطن يدخل جهازاً من شعيرات تبطن جدر المعدة والأمعاء ، حيث يمتص الطعام المهضوم ؛ ثم يمر الدم في الوريد الباقى إلى الكبد . هناك ينتشر خلال جهاز آخر من الشعيرات ، حيث قد تختزن مواد الطعام في خلايا الكبد وتتم عمليات هامة أخرى كما هو موصوف في الفقرة ٤ - ١٠ . لإكمال هذا المسار الجانبي الهام ، يتجمع الدم من الكبد في الوريد الكبدى ويندفق منه إلى الوريد الأجوف الخلفى .

وهناك مسار آخر له نفس الأهمية ، يأخذ الدم الشرياني خلال جهاز مزدوج من الشعيرات في الكليات (فقرة ٧ - ٣ ؛ شكل ٧ - ٦) ، ومن ثم يعود إلى القلب. الكليات هى الآلية المنظمة الرئيسية للجسم . أثناء مرور الدم خلالها ، تزال الزيادة من الماء والفصلات للمحافظة على حالة منتظمة نسبياً (حالة ثابتة) في الجسم ككل .

أنشطة أخرى للجهاز الدورى تشمل تلك الخاصة بنخاع العظم في تكوين الخلايا الحمراء ، تلك الخاصة بالطحال في تخزين الدم ، وبالطحال والكبد في تحطيم الخلايا الحمراء القديمة .

٥ - ١٤ تكامل الجهاز الدورى

القلب والأوعية الدموية ينظم عملها بواسطة الجهاز العصبى وأيضاً بواسطة مواد معينة في الدم . الجهاز الدورى حساس للتغيرات البسيطة في الجسم ، وعمله معقد لأنه يتضمن العديد من الأعضاء والوظائف العمل البسيط كالنقى ، مثلاً يحدث انقباضات في ضربات القلب ، ضغط الدم ، وتوزيع الدم . النشاط العضلى يحتاج الأكسجين وينتج ثاقى أكسيد الكربون . عند التنبيه الكيميائى والعصبى ، إحتياج الأكسجين يزيد الضغط الشرياني ويوسع الشعيرات ، مسببا تدفقى أكبر للدم . معدل ضربات القلب يسرع نتيجة لفعل إنعكاس يخفزه ضغط عال في الأذنين الأيمن . انعكاسات أخرى تخفف مراكز تقلص واسطاط في المخاع (شكل ٩ - ٣) ، تخفض تدفق الدم لمناطق غير نشطة وتسرع حيث الحاجة إليه . في نفس الوقت ، ينشط تحت سرير المخ ويفرز أدينفرين (أدرينالين) مسببا تقلصا في الأوعية الدموية في الجلد والأحشاء ، واتساعا في الأوعية الدموية في العضلات . كل هذه التغيرات تميل في إتجاه واحد وإذا لم تضبط ، سوف تؤدي إلى ضربات قلب زائدة وضغط دم مرتفع لدرجة أنه يعرض للخطر الأوعية الدموية الدقيقة في المخ . غير أن مستقبلات الضغط والمستقبلات الكيميائية في القوس الأورطى والجيب السباتية ، التى تعمل من خلال المخاع ، تسبب ارتخاء العضلات الشريانية ونقصا في معدل القلب . وعلى ذلك ، فإن الأجزاء المتنوعة للجهاز الدورى مترابطة وتعمل بضوابط وتوازنات حساسة .

مراجعة

- ١ - ما هي الميزات التي تمدها الأجهزة الدورية المقلدة للكائنات (كمقارنة للأجهزة المفتوحة) ؟
- ٢ - ما هي مكونات الدم الأساسية في حيوان فقاري ؟ استعرض وظيفة كل .
- ٣ - صف عملية تجلط الدم . أية مواد تستخدم لمنع التجلط حينما يخزن الدم لاختبار معمل ؟
- ٤ - كيف يعمل الدم على غزو والحفاظ على المناعة ؟ عرف مولد المضاد والجسم المضاد .
- ٥ - لماذا تسمى فصيلة O للدم « المعطى العام » ؟
- ٦ - الفحوصات الطبية للإنسان تشمل عادة سحب عينة من الدم . ما هي الملائح الهامة للصحة ولصالح شخص ما التي يمكن تحديدها من مثل هذه العينة ؟
- ٧ - صف الملائح الأساسية للجهاز الليمفاوى . ما هي وظائفه ؟ ما هي المكونات الرئيسية لليمف ؟
- ٨ - صف بالتفصيل عمل القلب في الإنسان
- ٩ - تتبع المسارات الرئيسية والمسارات الجانبية الهامة لنورة الدم في الإنسان . ما هي التبادلات التي تتم حينما يكون الدم في الرئتين ؟ في الكبد ؟ في الكليات ؟ في الطحال ؟

الفصل السادس

الأجهزة التنفسية

الأبيض المعتاد في الخلايا الحية يستلزم أكسجيناً ؛ والنتاج النهائي وهو ثاني أكسيد الكربون يجب أن يطرد من الجسم . تبادل هذه الغازات يسمى التنفس . يحتوي الهواء على ٢١٪ أكسجين (٢١٠ مليلتر في كل لتر) ، ولكن الماء به ٧٪ فقط أو أقل (٧ مليلتر في كل لتر) .

أساسيات الجهاز التنفسي هي : غشاء رطب ومنفذ ، سواكل الجسم المحتوية على نسبة عالية نسبياً من ثاني أكسيد الكربون من جانب ، وهواء أو سائل بمحتوى عالٍ من الأكسجين من جانب آخر . تبعاً للقوانين الفيزيائية ، فإن كل غاز يعمل مستقلاً عن الغازات الأخرى . حيناً يوجد اختلاف في ضغط الانتشار على جانب غشاء (فقرة ٢ - ١٩ ، شكل ٢ - ٢٠) فإن جزيئات أكثر تمر نحو المنطقة ذات الضغط الأقل عنها في الاتجاه المضاد . الضغط الجزئي للأكسجين في الهواء أو الماء يكون أعلى منه بداخل جسم حيوان ما ، حيث يستهلك باستمرار ، وعليه فإن الأكسجين يميل إلى أن يدخل من سطح أى غشاء مناسب . الضغط الجزئي لثاني أكسيد الكربون يكون كبيراً بداخل الحيوان ، وعليه يميل إلى أن يمر نحو الخارج . تلك التغيرات تحدث في نفس الوقت .

في كثير من الحيوانات الصغيرة ، يكون تبادل الغازات مباشراً ، من الهواء أو الماء خلال الأغشية إلى خلايا الأنسجة ؛ ولكنه أكثر تعقيداً في الأنواع الأكبر والأنواع ذات الأسطح الخارجية الجافة أو غير المنفذة . في تلك الأخيرة ، يتكون التنفس من مرحلتين : تنفس خارجي ، وهو التبادل بين الوسط وأعضاء التنفس ، وتنفس داخلي ، وهو التبادل بين سواكل الجسم وخلايا الأنسجة . وثمة مرحلة ثالثة ، وهي استهلاك الأكسجين في الخلايا ، أو التنفس الخلوي ، وهذا يعتبر جزءاً من الأبيض (فقرات ٢ - ٣١ إلى ٢ - ٣٣) .

التعبير « تنفس » مرتبط عادة بالأكسجين الحر ، ولكن للملائمة ، قد ينطبق على عمليات الأبيض في قليل من الحيوانات مثل بعض الطفيليات المعوية واللافقاريات التي تقطن الروث والتي تعيش حيث يوجد قليل من الأكسجين في الهواء أو الماء أو لا يوجد بالمرة . تلك الحيوانات اللاهوائية قد تحصل على الطاقة في غياب الأكسجين الحر بتحليل الجليكوجين (فقرة ٢ - ٣٢) .

٦ - ١ ميكانيكية التنفس

تحصل الحيوانات على الأكسجين بطريقة أو أخرى من الطرق الخمس الرئيسية : (١) الانتشار البسيط من الماء أو الهواء خلال سطح رطب إلى داخل الجسم (الأميبا ، الديدان المفلطحة) ؛ (٢) الانتشار من الهواء أو الماء خلال أنسجة الجسم الرقيقة إلى الأوعية الدموية (ديدان الأرض ... الخ) ؛ (٣) من الهواء (خلال فتحات تنفسية) أو من الماء (خلال خياشيم قصبية) إلى جهاز من القنوات الهوائية (قصبات) إلى الأنسجة (حشرات) ؛ (٤) من الماء خلال أسطح الخياشيم إلى الأوعية الدموية (الأسماك ، البرمائيات ، ومعظم الرخويات) ، (٥) من الهواء خلال أسطح الرئة الرطبة إلى الأوعية الدموية (القواقع الأرضية ، الفقاريات الأرضية) (أشكال ٦ - ١ ، ٦ - ٢) .

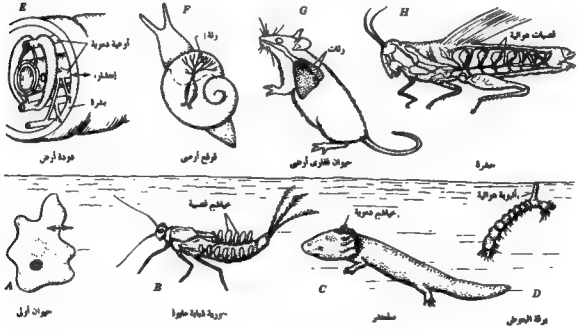
٦ - ٢ الانتشار البسيط

كثير من الحيوانات المائية تحصل على الهواء مباشرة من بيئتها . في الحيوان الأولي ، يتم تبادل الغازات خلال غشاء الخلية من وإلى الماء المحيط . في الأسفنجيات اللاسعات واللافقاريات الأخرى الدنيا ذات الأجسام اللينة ، تنتشر الغازات خلال خلايا طلائية ، ومن ثم إلى تلك التي تقع عميقا في الجسم (شكل ٦ - ٣) بعض الطفيليات الداخلية تغمرها سوائل الجسم لمواتلها ، التي تمتص منها الأكسجين والتي تتخلل لها عن ثاني أكسيد الكربون . الديدان المفلطحة الأرضية يمكنها أن تعيش في الأماكن الرطبة حيث يكون الانتشار التنفسي ممكنا خلال البشرة الرطبة . الانتشار المباشر يكون غير ملائم للحيوانات الكبيرة ، لأن أعضائها الداخلية بعيدة عن السطح الخارجي . الأنواع الأرضية يجب أن تحتفظ بماء الجسم ولا يمكنها أن تمنح سطحها خارجيا كبيرا رطباً للتنفس بالانتشار .

٦ - ٣ القصبات الهوائية

الحشرات، متشابهة الأرجل (قشريات) ، ذوات الألف قدم ، بعض العنكبوتيات ، والبربيتس لها أنابيب دقيقة تنفرع داخليا من سطح الجسم إلى جميع الأعضاء الداخلية (شكل ٦ - ٣) . وتعرف هذه بالقصبات الهوائية . وهي تنمو كزوائد داخلية من جدار الجسم ومبطنة بكيتين . كل منها تنتهي في خلايا قصبية مجهرية تمتد كقصيبات داخل خلوية ، مكونة أحيانا شبكة شعيرية في الأنسجة . نهاية القصبة مختلفة بسائل ينتشر خلاله الأكسجين وثاني أكسيد الكربون من وإلى خلايا الأنسجة المجاورة . إنتشار الغازات خلال الجهاز القصبي يتم بمساعدة حركات قطع الجسم الصدرية والبطنية . كفاءة هذا الجهاز يعتمد على درجة الانتشار السريع للأكسجين في الهواء (٤٥,٠٠٠ مرة مثل الماء) وعلى صغر الحجم النسبي للحيوان القصبي . في كثير من الحشرات ، الفتحات الخارجية أو التنفسية للجهاز القصبي لها صمامات (أغشية) يمكن أن تغلق لتحد من فقدان الماء . هذا الجهاز القصبي ذو كفاءة عالية لأن الأكسجين ينقل مباشرة إلى الخلايا . وعلى ذلك :

فالحشرات يمكنها أن تتحرك بسرعة ، وذلك يحتاج إلى كمية عالية من الأكسجين ، بينما تحتفظ بجهاز دوري غير كفء بدرجة كبيرة . في الحشرات ، الجهاز الدوري مفتوح وحركة الدم خلال الجسم بطيئة جداً ، بطيئة للدرجة لا تسمح للحيوانات أن تحصل على أكسجين كاف لتتحرك بن تلك السرعة التي تؤديها . بدون وجود جهاز قصبي ليزودها بالأكسجين الضروري ، فإن الحشرات قد يكون لها تفاعلات تشبه كثيراً القواقع ، وهي مجموعة أخرى ذات أجهزة دورية مفتوحة ولكنها بدون جهاز إضافي لينقل كميات كبيرة من الأكسجين . الفقاريات لها جهاز دوري مقفل ذو كفاءة عالية جداً ، يحرك الدم بسرعة خلال الجسم ، ولذلك هي أيضاً حيوانات سريعة الحركة . تعتمد الفقاريات على الجهاز الدوري المقفل وصبغيات الدم التنفسية ذات الكفاءة لنقل الأكسجين بسرعة لجميع خلايا الجسم ، وعليه تسمح بالاستجابة السريعة للمؤثرات . يرقات الحشرات الرعاشة ، ذباب مايو ، ذباب الحجر ، الميديات ، وبعض مفصليات القدم القصية الأخرى هي حيوانات مائية . تنفسها يكون بالانتشار من الماء إما خلال الجلد إلى الجهاز القصبي أو خلال خياشيم قصبية خاصة لها سطح أكبر بالانتشار . خنافس الماء البالغة والبق تسبح للسطح وتأخذ فقاعة من الماء تحت الأجنحة ، منها ينتشر الأكسجين إلى الجهاز القصبي . لبرهة ، يستبدل الأكسجين في الفقاعة بواسطة الانتشار من الماء .

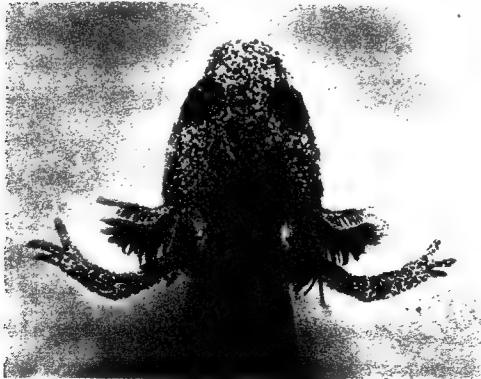


شكل ٦ - ١ : أنواع طرق التنفس في الحيوانات . في الماء (أسفل) . (أ) حيوان أولي ، الانتشار خلال جدار الخلية . (ب) حورية ذبابة مايو (حشرة) ، خياشيم قصية (ج) سلامنتر ، خياشيم دموية . (د) يرقة مائية ، مزودة بقبوطة تنفس الهواء الحر . في الهواء (أعلى) . (هـ) دودة أرضية ، الانتشار خلال جدار الجسم الرطب إلى الأوعية الدموية . (و) قوقع أرضي ، رقة وطية في تجويف الرقبة . (ز) حيوان فقاري أرضي ، زوج من الرئات يبادلها الجسم . (ح) حشرة ، جهاز من قنوات هوائية (فصبات) خلال الجسم .

٦ - ٤ الخياشيم الدموية

في معظم الحيوانات العليا، يُساعد التنفس بجهاز لنقل الدم . أبسط صورة له ترى في دودة الأرض ، حيث ينتشر الأكسجين خلال جدار الجسم إلى داخل أوعية دموية سطحية ، ثم يمر إلى خلايا الأنسجة . في الضفادع يعمل بالمثل الجلد الرطب وبطانة تجويف الفم غير أن كثيراً من الحيوانات البحرية لديها وسيلة أكثر كفاءة - الخياشيم الدموية - من خيوط كثيرة رفيعة مغطاة ببشرة رقيقة وتحتوى على شبكات من الشعيرات الدموية (شكل ٦ - ٣) . تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون يحدث بين الماء المحيط والدم بالداخل . الأكسجين الحر المذاب ينتشر من الماء نحو الداخل . الماء البارد يحمل أكسجيناً أكثر من الماء الدافئ ، الماء الأبيض بالمجارى سريعة التدفق به أكسجين أكثر من ماء البرك الساكن أو المستنقعات الراكدة .

خيوط الخياشيم في يرقات السلمندر (شكل ٦ - ٢) وتلك في بعض الديدان البحرية معرضة فقط للماء ، ولكن الحلقيات التي تقطن الأنابيب ، والقشريات المائية مثل جراد الماء (شكل ٢١ - ٥) ، وجميع الرخويات المائية لها وسائل خاصة لدفع الماء فوق الخياشيم . خياشيم الأسماك وأى ذنبة توجد في حجرات على جانبي البلعوم ، والماء الذى يدخل من الفم يدفع خارجاً فوق الخيوط (شكل ٢٤ - ١٣) .



شكل ٦ - ٢ : خياشيم ، أعضاء التنفس في يرقة سلمندر ، تريكيا . (صورة عن فيكتور ك . تويي) .

٦ - ٥ الرئتان

جميع « الفقاريات الأرضية » - بما في ذلك الزواحف المائية ، الطيور ، والثدييات ، لها رئتان . الرئة هي حجرة مبطنة بطلاية رطبة تحتها شبكة من الشعيرات الدموية ، حيث يمكن أن يستخدم الهواء الجوى . أساساً ، تشبه الرئة خيشوماً دموياً ولكنها مندمجة أكثر منها منقلبة للخارج . رئة الزواحف تحتوى على كثير من الحواجز الداخلية ، وتلك في الثدييات مقسمة بتوسع ، فتصبح أسطحاً تنفسية كبيرة . تفرعات الرئة الأدق أو الشعيرات تنتهي في حجرات مجهرية ، الحويصلات ، محاطة بالعديد من الشعيرات الدموية (شكل ٦ - ٤ ج) ، حيث تحدث التبادلات التنفسية . رئتان الطيور كثيفة ، ويدفع الهواء خلال الشعيرات إلى ومن سلسلة من أكياس هوائية رقيقة الجدر (شكل ٢٦ - ٤) ؛ وتلك تحتل مسافات بين الأعضاء الداخلية وحول أو في بعض العظام . الأكياس الهوائية تعمل أساساً على تشتيت الزيادة في حرارة الجسم وبحول الهواء إلى داخل الرئتين .

٦ - ٦ الجهاز التنفسي في الإنسان

القم والأنف يتصلان بالرئتين من خلال سلسلة من التركيبات الخاصة . المزمار هو فتحة في فاع البلعوم ، محمية من أعلى بغطاء أو غطاء المزمار ، ومدعمة بشبكة غضروفية ، الخنجرة . وتلك تتصل بأنبوبة مرنة ، القصبة الهوائية ، أو الأنبوبة الهوائية ، التي تمتد بداخل الصدر وتتفرع إلى شعبتين ، واحدة لكل رئة (شكل ٦ - ٤) .

في الأنف يرشح الهواء الداخل ، بواسطة شعيرات وعظم مفتول يشبه اللفائف أو كونكا مغطاة بطبقة سمكية من غشاء مخاطي . يحدث أيضاً تدفئة وترطيب للهواء . يعمل القم كمسلك بديل للهواء ، والبلعوم هو ممر للهواء أما من الأنف أو من القم إلى الخنجرة (شكل ٤ - ٥ ب) .

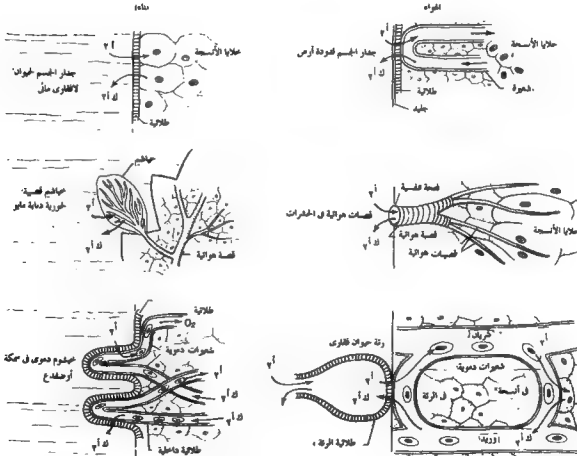
الخنجرة أو عضو الصوت (شكل ٦ - ٥) ، هي الجزء الأمامي من الرقبة . وهي عرضة من أعلى ، مثلثة الشكل ، وتتكون من تسعة غضاريف تتحرك بواسطة عضلات ؛ وهي تحتوى على نيتين من غشاء مخاطي بأربطة مرنة ليقيه مدفونة ، هي الأحبال الصوتية .

ينتج الصوت بواسطة هواء مدفوع من الرئتين ليذبذب الأحبال الصوتية ، وأماكن الأحبال تتغير لتنتج أصواتاً متنوعة لموجات الصوتية المتكونة إذن ، تمر خلال البلعوم ، القم ، وتحاوي الأنف ، التي تعمل كحجرات رنين ؛ تلك الأجزاء بجانب اللسان والشفة مهمة في الكلام . حجم الخنجرة يختلف بين الأفراد المختلفين ؛ عند وقت البلوغ ، تنمو الخنجرة أسرع في الذكور عنها في الإناث ، مسببة تقيراً إلى صوت أعمق وطبقة أقل .

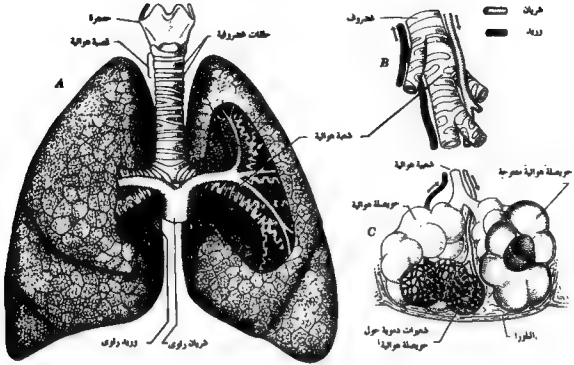
القصبة الهوائية والشعب مدعمة ضد الانطواء بواسطة حلقات من الغضروف . في الرئتان ، تتفرع الشعب إلى أنابيب شعبية كثيرة وشعبيات (شكل ٦ - ٤ ج) ، ذات جدر ترق بالتتابع . تنتهي كل شعبية في ردة تشبه الكيس ، لها حجرات صغيرة عديدة غير منتظمة على سطحها ، تسمى حويصلات هوائية أو أكياس هوائية . وتلك الأخيرة محاطة بشعيرات دموية ، حيث تم

التبادلات التنفسية . رثنا الإنسان بها ٧٠٠ مليون أو أكثر من الحويصلات . السطح الداخلي الكلي يقدر بحوالي ٢م٩٠ ، أكثر من مائة مرة مساحة الجلد لإنسان يافع متوسط .

مادة الرئتين مثقبة وأسفنجية . الرئة اليمنى أكبر وأعرض وأقصر بقدر بوصة (٢,٥ سم) من اليسرى ، نتيجة للاوضاع غير المتأثلة للقلب والكبد . الحجاب الحاجز هو حاجز عضلي يشبه القبة يفصل الصدر ، الذي يحوي القلب والرئتين ، عن تجويف البطن . في الأحوال المعتادة ، تحتل الرئتان كلية تجويف الصدر المحكم لأن الضغط الجوي للهواء في الحويصلات الهوائية يحافظ عليها متسعة تجاه السطح الداخلي لهذا التجويف . كل رئة تحتل أيضاً تجويفها البلوري المحكم . إذا ما دخل هواء في التجويف البلوري مصادفة أو عند المعالجة من مرض صدرى فإن الرئة تنطوي .



شكل ٦ - ٣ : طيبة متكافئة للعديد من طرق التنفس في حيوانات مخلفة تعيش في الماء أو الهواء ؛ رسم تخطيطي .



شكل ٦ - ٤ : الجهاز التنفسي في الإنسان . (أ) الحجرة ، القصبة الهوائية ، والرفتان في منظر بطى ، الرئة اليسرى مفتوحة . (ب) جزء من شعبة هوائية ، يفضايفها ، أوعية دموية صفوة مجاورة (ج) حويصلات هوائية وشعبات دموية ، رسم تخطيطي .

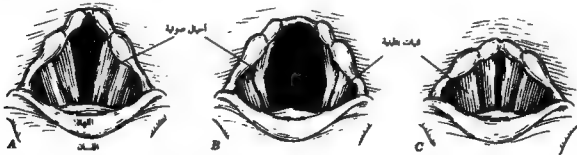
٦ - ٧ التنفس

تلك العملية التي لا غنى عنها ، تتكون من حركات ، إرادية جزئياً ، تغير حجم التجويف الصدري وعليه سعة الرئتين . عند الشهيق ، ترتفع الضلوع ، وتنقبض العضلات في الحجاب الحاجز كى تجعله مفلطحاً ؛ وعلى ذلك يكبر التجويف الصدري ، ويقل الضغط على أو حول الرئة ، وعندئذ فإن الهواء (عند الضغط الجوي) يمر لأسفل في القصبة الهوائية وداخل الرئتين . الزفير ينتج من تقليل حجم الصدر بواسطة ارتخاء العضلات التي تتحكم في الضلوع والحجاب الحاجز (شكل ٦ - ٦) . الحويصلات الهوائية مبطنة بطبقة مائية ، تعمل ، نتيجة التوتر السطحي ، مثل مطاط مشدود وعلى ذلك فإن الحويصلات الهوائية تميل إلى الانقباض . وتستلزم طاقة كبيرة لتوسيعها . ويكون التنفس مرهقاً إذا لم يكن دهن مفسفر خاص هذه المادة المفردة بواسطة الخلايا الحويصلية ، تندمج مع جزيئات الماء في طبقة حويصلية وتختزل تصالقتها .

فقط حوالى سُبُع السعة الحيوية للهواء يتدفق داخل وخارج الرئتين مع كل حركة تنفسية هادئة (شكل ٦ - ٧) . التكوين المتوسط للهواء يكون مختلفاً ، بلا شك ، الهواء الجوى (٢٠,٩٦ ٪ أكسجين) وهواء الزفير ١٦,٠٢ ٪ أكسجين) يوجد فقد صاف قدره ٤,٩٤ ٪ ومكسب قدره ٤,٣٤ ٪ ثانى أكسيد الكربون . التتروجين في الهواء (٧٩ ٪) خامل وليس له دور في التنفس . في الرئتين ، يوجد تدرج نتيجة للانتشار خلال الهواء المتخلف ، لدرجة أن الهواء الحويصل يحتوى على ١٤ ٪ فقط أكسجين . معدل التنفس منظم أساساً بواسطة مركز تنفس في نخاع المخ ، يرسل منبهات منظمة ، وهذا المركز بدوره ينبه بواسطة زيادة لثاني أكسيد الكربون في الدم . يزداد معدل التنفس أثناء التمرينات القوية بسبب الإنتاج الأكبر من ثانى أكسيد الكربون في الأيض العضلى . الناس قد يوقفون تنفسهم ، لوقت محدود ، غير أنه زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون في الدم ، يصبح الحافظ أخيراً قوياً للدرجة لا يمكن مقاومتها . معدل التنفس معرض أيضاً لتحكم عصبى من أنواع أخرى ، كما يرى في الحالات العاطفية للفضب أو الإثارة . إذا توقف التنفس بسبب الاختناق ، فالوتم يلبه في الحال ما لم تعبد حركات تنفسية صناعياً بواسطة الإنعاش فم لم أو بواسطة الضغط على الضلوع ورفع الضغط بالتبادل لتنبية التنفس وإحداث تبادل الغازات . رئات الطفل حديث الولادة تمتلئ بهواء النفس الأول الذى يلى أعتراض الدورة المشيمية .

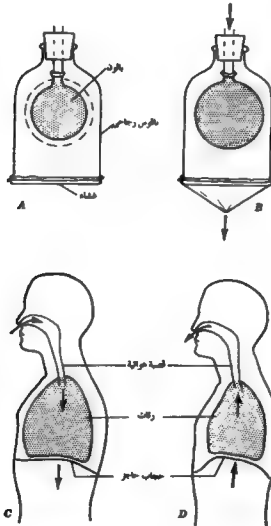
الهواء عند الأماكن المرتفعة نقي (ضغط بارومتري أقل) ، وحجم ما يحتوى على أكسجين أقل منه مما عند مستوى سطح البحر وهذا يؤثر في الاحتياجات التنفسية العادية للبشر والحيوانات . متسلق الجبل أو الشخص في الطائرة يجب أن يستخدم خزاناً من الأكسجين وكأمة وجه ليحصل على أكسجين مناسب . الطائرات التي تعمل على ارتفاع فوق ١٠٠٠٠ قدم (٣٠٠٠ متر) عادة يتم بداخلها رفع ضغط الهواء (مكيفة الضغط) لتسهيل التنفس .

بدون الإمداد الصناعي بالهواء ، يمكن لإنسان إيقاف تنفسه تحت الماء ويبقى غاطساً لحوالى دقيقتين ؛ ثم يجب عليه أن يصعد ليتنفس ويزيل دين الأكسجين الذى تعرض له للغطس الطويل



شكل ٦ - ٥ : حجرة الإنسان والأحبال الصوتية وعملها ؛ القصبة هي المزمار . (أ) الحجرة كما ترى من قاعدة اللسان - الأحبال الصوتية كما في حالة النفس الطبيعي . (ب) في حالة الشهيق العميق . (ج) عند غناء لمن مرتفع . (د) كلاميرون وآخرون كتاب مرجعى في التشريح والفسيولوجيا ، شركة ماكميلان .

المستمر ، فإن بعض الغاطسين المحترفين يلبسون بذلة معدنية متصلة بحرطوم يمد لهم بالهواء تحت ضغط . وآخرون ، بما فهم غطاسو الجلد ، يستخدمون خزاناً من الهواء المضغوط (رئة مائية) وكمامة وجه لنفس الغرض . في كلتي الحالتين ، يمد الهواء بالأكسجين وأيضاً يبقى الرئتين منتفختين. أقصى عمق أمن للغاطسين ذوى الخبرة هو حوالى ٢٠٠ قدم (٦١ م) . خليط خاص من

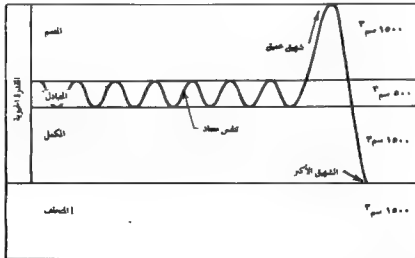


شكل ٦ - ٦ : ميكانيكية التنفس . (أ) بالون مطاط نصف ممتلئ في ناروس زجاجي مغطى عند القاع بفشاء مرن . (ب) حينما يسحب الفشاء نحو أسفل ، تزداد الحجم الداخلي ، ويسبب ضغط الهواء بداخل الأنبوبة اتساع البالون . (ج) حينما يجمع التنفس الصدرى والحجاب الحاجز يتسحب إلى أسفل ، يدخل الهواء خلال الأنف والقبة الحوائية ، مسبباً اتساع الرئتين قلل التصغير الصدرى . (د) حينما ترتفع الصدور والحجاب الحاجز ، يندفع الهواء نحو الخارج

الأكسجين مع غازات أخرى ، مثل الهيليوم ، وطرق أخرى خاصة ، تلزم للغطاسين الذين يعملون أسفل ٢٠٠ قدم (٦١ م) . النفس العميق المستخدم لهواء مضغوط ، يسمح للضغط الثقيل الناتج ، أن يدفع بعض النتروجين من الهواء إلى السائل في بلازما الدم . إذا أرتفع الغاطس بسرعة كبيرة ، فإن النتروجين ينتشر بسرعة في سوائل الجسم ، لأن الضغط لم يعد كبيراً بدرجة كافية لتبقى عليه مذاباً . الغاز المنتشر يكون فقاعات ، مسببة مرض إزالة الضغط المؤلم ، أو « الانعاثات »

٦ - ٨ الوظائف التنفسية للدم

بعد ما يمر الأكسجين الغشاء الحويصلي ، يجب أن يوزع على خلايا الأنسجة حيث يحتاج إليه . في الإنسان ومعظم الحيوانات العليا ، يتم هذا النقل بواسطة الدم العملية معقدة لأن مجرد الانتشار غير كاف لمواجهة احتياجات الحيوانات الكبيرة النشطة . بلازما دم الإنسان تحمل فقط ٢ أو ٣٪ من الأكسجين الكلي مذاباً . الباقي ينقل بواسطة الهيموجلوبين الأحمر ، بروتين مقترن ، يدخل معه الأكسجين في اتحاد بداخل كرات الدم الحمراء . العملية تكون كما يلي : بعد الانتشار بداخل الشعيرات الحويصلية ، يتحد الأكسجين مع الهيموجلوبين لأن توتر الغاز أقل في الدم عنه في الحويصلات . ثم ينتقل الأكسجين مع الدم إلى الدورة إلى الأنسجة ، حيث يكون توتر الأكسجين أقل منه في الدم الشرياني . هناك يتحرر الأكسجين لينتشر إلى الخلايا ، ويعود الهيموجلوبين المزال منه الأكسجين إلى الرئتين عن طريق الدم الوريدي . السعة الكلية لدم الإنسان من الأكسجين يبلغ معدله حوالي ١٢٠٠ مليلتر ، ١٠٠ إلى ٣٥٠ مليلتر من الأكسجين تمر إلى



شكل ٦ ٧ : قدرة الرئة والنفس في الإنسان . النفس المنتظم يسبب فقط تبادل الهواء المتأوب (١٠٪) : النفس العميق علاء معظم الرئتين (٣,٥٠٠ مليلتر أو ٧٠٪) : الهواء المتخلف يتغير فقط عن طريق الانتشار . (ويتون ، ويبلس ، فيسيولوجيا الإنسان ، ج - ١ ، ترشرل ، محدودة .

الأنسجة في كل دورة . في ساعة واحدة ، يستخدم الجسم عند الراحة حوالي ١٥ لتراً (٤ جالونات) من الأكسجين ، وفي التمرين الشاق يصل إلى ٢٨٠ لتراً (٧٥ جالوناً) .

الهيموجلوبين نفسه يطلق عليه « الصبغ التنفسي » مكون من اتحاد الهيم الأحمرا ، الذي يحتوي على الحديد ، مع بروتين عديم اللون ، جلوتين . الظاهرة الفريدة للهيموجلوبين هي أنه ، في لحظة معينة ، قد يتحد مع كميات مختلفة من الأكسجين ، معتمداً على توتر الغاز الملامس للجهاز . وعلى ذلك فإن التفاعل عكسي ويمكن تمثيله بالمعادلة العامة : $HbO_2 \rightleftharpoons Hb + 2O$ حيث Hb يمثل جزيئاً من الهيموجلوبين HbO_2 هو أكسيهيموجلوبين ذو لون أحمر زاه ، على عكس الهيموجلوبين الباهت . الصبغ التنفسي في معظم الرخويات ومفصليات القدم هو هيمو سيانين (مع النحاس بدلاً من الحديد) . حينئذ يتأكسد الهيموسيانين ، يكون أزرقاً أكثر منه أحمر .

٦ - ٩ ثاني أكسيد الكربون

يستلزم التنفس تبادل غازين ، وقد يستتبع أن التخلص من ثاني أكسيد الكربون يكون عكس التدفق الداخلي للأكسجين في الحقيقة عملية نقل ثاني أكسيد الكربون مختلفة تماماً . بعض ثاني أكسيد الكربون ضروري للمحافظة على الجهاز المنظم للدم والأنسجة . حوالي ثلث الزيادة في ثاني أكسيد الكربون تدخل خلية الدم الحمراء ، والباقي يُنقل في البلازما كبيكربونات ، في طريقة إلى الرئتين . العملية الصحيحة معقدة ، وتستلزم ما يعرف « بانتقال الكلوريد » التي بها تمر أيونات الكلوريد بداخل الخلايا الحمراء ، وأيونات البيكربونات إلى الخارج ، للمحافظة على التوازن الحمضي - القاعدي الضروري للدم عند PH حوالي ٧,٤ .

٦ - ١٠ التهوية

لقد اعتبر منذ زمن طويل أن الهواء « الطلق » هو الأصلح لتنفس الإنسان . وهذا يعتبر منطقياً للوهلة الأولى ، ولكن التجارب يبدو أنها تبرهن أن الهواء في حجرة قليلة التهوية لا يختلف كثيراً في محتوى الأكسجين وثاني أكسيد الكربون عن ذلك في حجرة جديدة التهوية . التأثيرات الضارة حقاً للتهوية القليلة ترجع إلى التداخل مع ميكانيكية التنظيم الحراري للجسم . أعداد روائح الجسم المتراكمة بالإضافة إلى الزيادة في درجة الحرارة والرطوبة يؤدي إلى شعور بالكسل أو التعب . لأقصى درجات الراحة يجب أن يكون الهواء في حجرة ما متوسط البرودة ، ويجب أن يحتوي على بعض الرطوبة كما يكون في حركة بسيطة .

مراجعة :

- ١ - ما هي الأغراض التي لا غنى عنها لجهاز تنفسي ؟ ميز بين التنفس الخارجي والداخلي ؟ .
- ٢ - حيث أن الحياشيم والرئات تعتمد على سطح رطب ليسمح بتبادل الغازات ، فلماذا لا يمكن للرئات أن تستخدم في الماء والحياشيم على الأرض ؟
- ٣ - هل يمكن لحيوان كبير مثل الحصان أن يعتمد على جهاز قصي للحصول على أكسجينه ؟ وضع .
- ٤ - وضح العلاقة بين الأحبال الصوتية والجهاز التنفسي في الإنسان . كيف ينتج الصوت ؟
- ٥ - لماذا تعتقد أن رئة الإنسان مقسمة كثيراً إلى حويصلات صغيرة ؟ ألم يكن من الأفضل أن يكون هناك كيس كبير فارغ ؟
- ٦ - ما هو المقصود بهواء الزفير ؟ الهواء المتخلف ؟ الهواء الحويصلي ؟ ما هو دور ثاني أكسيد الكربون في عملية التنفس ؟ دور التروجيلين ؟
- ٧ - ما هو الهيموجلوبين ؟ كيف يعمل في عملية التنفس ؟
- ٨ - كيف ينتقل ثاني أكسيد الكربون في الدم ؟
- ٩ - تتبع مسار الأكسجين من الهواء الجوي إلى خلية عضلية في الجسم . تتبع مسار ثاني أكسيد الكربون من خلية عضلية إلى الهواء الخارجي .

الفصل السابع

الأجهزة الإخراجية والتنظيم

الإخراج

الإخراج هو عملية تخليص الجسم من الفضلات الناتجة عن الأيض . التبرز ، بالمقارنة ، هو عملية طرد المواد غير المهضومة من القناة الهضمية ، وهو يختلف تماماً . البروتوبلازم والسوائل لحيوان ما ، سواء كان أولياً أو إنساناً ، تتضمن نظاماً فيزيائياً كيميائياً متوازناً بدقة ، وهو وظيفة الجهاز الإخراجي (شكل ٧ - ١) للمحافظة على هذا الوسط الباطن الثابت . الزيادة في الماء ، الغازات ، الأملاح ، والمواد العضوية المشتملة على الفضلات الأيضية ، تخرج ، في حين أن المواد الضرورية للوظائف المعتادة تحفظ . حيث أن المواد المطلوب التخلص منها تكون عادة في حالة سائلة ، فإن الإخراج يكون أساساً عملية ترشيح إنتقائي . بعض الإخراج يتم بقوى فيزيائية فقط ، ولكن معظم العملية ينتج من عمل الخلايا مع استهلاك للطاقة .

٧ - ١ الإخراج في اللافقاريات

إن أبسط طريقة ظاهرة للإخراج هو مرور الفضلات خلال غشاء الخلية إلى الماء المحيط ، كما يحدث في كثير من الأوليات . الأميبا ، البراميسيوم ، والعديد من أوليات الماء العذب ، لها فجوة متقبضة واحدة أو أكثر ، التي تجمع الماء الزائد من داخل السيتوبلازم وتطرده دورياً إلى الخارج ، حتى تحافظ على توازن السوائل المعتاد بداعل جسم الخلية . وسائل طرد المواد الإخراجية (أساساً أمونيا) بواسطة الأوليات لا تزال غير واضحة . المواد الإخراجية في الإسفنجيات واللاسعات تنتشر من خلايا الجسم إلى البشرة ومنها إلى الماء .

في الحشرات وقليل من مفصليات القدم الأخرى ، تكون أعضاء الإخراج الأساسية أنابيب مليجي رقيقة (شكل ٧ - ٢ أ ، ب) ، متصلة بالطرف الأمامي للمعى الخلفي ومقفلة عند أطرافها الداخلية ؛ هذه الأنابيب تجمع الفضلات من سوائل الجسم وتدفع بها إلى المعى الخلفي . كلا اليورات وثاني أكسيد الكربون تتسليم من الدم مذابة ؛ الماء والمواد الأخرى يصاد امتصاصها في

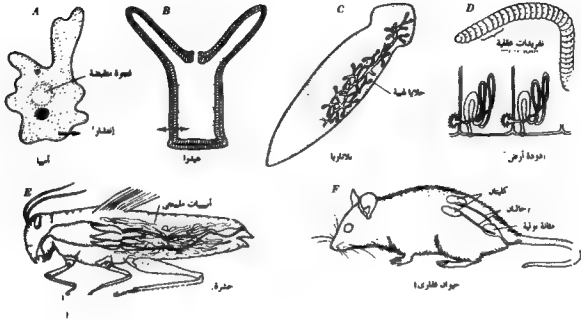
الأجزاء السفلى من الأنابيب . المواد الإخراجية النهائية ، التي تحتوى على بلورات حامض البوليك ، كربونات ، أو كسالات ، وفي بعض الحالات بولينا ونشادر ، تمر نحو الخارج مع البراز . الجسم الدهنى للحشرات هو أيضاً ترسيب لفضلات عضوية وهو طريقة الإخراج الرئيسية في ذوات الذنب القفاقر (رتبة الكولوبولا) ، التي تنفقر إلى أنابيب مليجي . الهيكل الخارجى يؤدى وظائف إخراجية في بعض اللاقناريات ، بما في ذلك الحشرات ، حيث أن المواد التروجينية تترسب فيه وتزاح حينما يسلمخ الحيوان . المادة البيضاء في الأجنحة في أبو دقيق الكرب ، مكونة من حامض البوليك ، من الواضح أنها منتج إخراجى .

أعضاء الإخراج الأكثر شيوعاً في كثير من الحيوانات هى تركيبات أنبوية ، النفريديات ، والقنوات السيلومية . كانت تلك أولاً مرتبة زوجاً لكل قطعة من قطع الجسم ، ولكنها أصبحت متحورة بتنوع في طريق التطور . الديدان المفلطحة ، الديدان الشريطية ، والديدان لها جهاز نفريدى أولى مكون من خلايا هليية طرفية من قليلة العدد إلى كثيرة مبعثرة بين خلايا الجسم ، والتي منها تزاح الفضلات تهر إلى الخارج في جهاز متفرع من القنوات (أسكال ٧ - ٢ ج ، ١٧ - ٢) ، في دودة الأرض ، تحتوى كل قطعة على زوج من النفريديات الأنبوية الدقيقة بأطراف داخلية مفتوحة (شكل ٧ - ٢ د) . الطرف الداخلى لكل له قمع مهدب ، أو فم النفريدى ، يجمع من السيلوم ، وحول الأنبوية الطويلة توجد أوعية دموية التى منها أيضاً تزاح الفضلات ؛ تنتهى الأنبوية خارجياً بكتيب نفريدى بطنى دقيق .

في بعض الحلققيات ، الرخويات ، مفصليات القدم وفي الحيليات ، أعضاء الإخراج الأساسية هى قنوات سيلومية ، ميزودرمية الأصل ، من المحتمل مشتقة من القنوات التناسلية ، ولكنها الآن متحورة بتنوع لتزح الفضلات من تجويف الجسم . القشريات لها زوجان ، غدد « قرون الإستعمار » (خضراء) والغدد « الفككية » ، كل لها كيس طرفى بفتحة عند قاعدة زائدة ما . نادراً ما يتكون الإنثان على نفس الطور لنوع واحد . العناكب لها غدد حرقفية في الصدر رأس مشتقة من القنوات السيلومية .

٧ - ٢ مخلفات التروجينية وتكوين البولينا

أيض الأحماض الأمينية في الجسم يؤدى إلى إنتاج مخلفات تروجينية ، يعتبر التخلص منها عمل رئيسى لجهاز إخراجى . الخطوة الأولى هى إزالة المجموعة الأمينية (ن يد ٣ -) من الجزء في عملية تسمى نزع المجموعة الأمينية . هذا يسبب تكوين النشادر (ن يد ٣) ، وهى مادة سامة جداً يجب إزاحتها من الكائن . في الفقاريات ، الأسماك العظمية فقط هى التي تخرج التروجين المتخلف على هيئة نشادر . الأسماك الغضروفية وجميع الفقاريات الأرضية تحول النشادر إلى نواتج تروجينية أخرى ، يمكن أن تحملها الحيوانات في بعض التركيزات حتى تطرد بواسطة الكليات . اليرمانيات والتندييات تفرز مواد الإخراج على هيئة بولينا ؛ في الزواحف والطيور تصبح حامض بوليك .



شكل ٧ - ١ : أنواع طرق الإخراج في الحيوانات . (أ) الأميبا ، الفجوة المتقطعة والإنتشار من سطح الخلية . (ب) الهيدرا ، الإنتشار من الخلايا . (ج) بلانتاريا ، كثر من الخلايا الهللية تتصل بأنابيب تنس في قلب أو لقوق إخراجية عامة . (د) دودة الأرض ، نفريدتان في كل عقلة ، تفرغ مسئلة خلال جدار الجسم . (هـ) النطاظ ، سلسلة من أسيات مليجي دقيقة متصلة بنهاية المي الأوسط . (و) حيوان فقاري ، كليتان بلفوات تنس في مظانة مفردة تفرغ في الخارج .

المكان الأساسي لتكوين البولينا هو الكبد ، الذي يعتبر أيضاً مكاناً هاماً لنزع المجموعة الأمينية من الأحماض الأمينية .

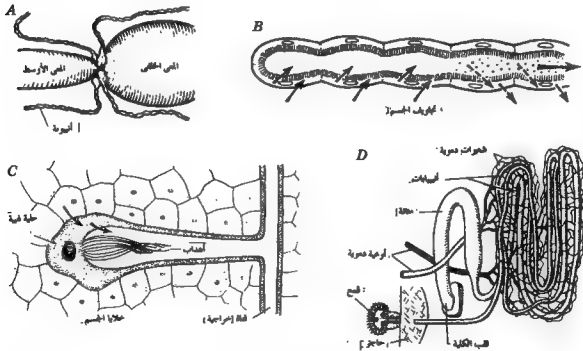
البولينا تتكون من النشادر بواسطة نظام دوري من ناقلات وأنزيمات تسمى دورة أورثينين (شكل ٧ - ٣) . أولاً يتكثف النشادر وثاني أكسيد الكربون (ك أ٢) مع المركب العضوي أورثينين لتكون مادة عضوية أخرى ، سترولين . ثم تتكثف تلك الأخيرة بمجرى آخر من النشادر لتكون الحامض الأميني أرجينين . في الخطوة الأخيرة ينشطر الأرجينين بواسطة الماء إلى بولينا وأورثينين ، ومن ثم تبدأ الدورة ثانية . البولينا المتكونة تُحمل في الدم إلى الكليات ومنها تطرد من الجسم .

٧ - ٣ كلية الفقاريات

أعضاء الإخراج الرئيسية في الحيوان الفقاري ، عبارة عن كليتين . وهما قصيرتان وتقعان في الخلف في جميع الفقاريات ما عدا الأسماك والسلمندر ، حيث يمتدان بطول معظم تجويف الجسم .

الكليات في الفقرات الدنيا - مستديرات الفم حتى الرماثيات - وكذلك الكليات الجنينية للمجموعات العليا تنشأ عقلياً ، زوج في كل عقلة (الكلية الأولية ، والوسطية) ؛ بعض الأنابيب لها فصحات كلوية تفتح في السليوم ؛ وعلى ذلك فهي تشبه إلى حد ما نفريديات ديدان الأرض (أشكال ٧ - ٤ ، ٧ - ٥ ؛ جدول ٧ - ١) . الكليات الياقعة في الزواحف ، والطيور ، والثدييات (الكلية البعيدة) ليست عقلية وتجمع المخلفات فقط من الدم .

من كل كلية، من أى نوع كانت، تخرج فتاة مجمعة عامة، الخالب، يحمل الخلفات نحو الخلف. في البرمائيات، الزواحف، والطيور، يفرغ الحالبان في المجمع، الذى تتصل به مثانة بولية في البرمائيات وبعض الزواحف. الخلفات، أو البول، هو سائل ما عدا في الزواحف والطيور، حيث تطرد الخلفات نصف الصلبة (حامض بولييك) كصمغة بيضاء (ذرق) مع البراز. في معظم الثدييات، يتصل الحالبان مباشرة بالمثانة، ومنها تفرغ فتاة وسطية، مجرى البول، تفتح للخارج؛ تلك في الذكور تمر خلال القضيب. الأجهزة الإخراجية والتناسلية ذات العلاقة المتبادلة في الفقاريات تسمى عادة الجهاز البولي التناسلي.



شكل ٧ - ٧ : (أ) أنبيات مليحي في الحشرات متصلة بالهي . (ب) قطاع في أنبيوة ، موضحاً مدخل المواد الإخراجية من تجاويف الجسم (-) ، مزارت إعادة الانصاف للدم وبعض المواد الأخرى (-) ، وطريق خروج الفضلات (-) . (ج) غنية هيبة في البيلاريا تدفع الفضلات السائلة من علالي الجسم الخيطية ، حزمة من الأهداب تغلق الباقل بفضل القفلة الإخراجية . (د) غزيرة فودة الأرض تشمل الفضلات السائلة من السيلوم خلال قطع وأهداب بواسطة الانقشور من الأوعية الخيطية .

كلية الإنسان (شكل ٧ - ٦) هي عضو يشبه حبة الفول ، في ظهر التجويف البطنى ، واحدة على كل جانب من العمود الشوكى . كل كلية تتكون من نخاع داخلى وقشرة خارجية ، تحوى الأخيرة على حوالى مليون وحدة إخراجية ، أو نفرونات . النفرون مكون من (١) كربة مليحية أو كربة كلوية ، مكونة من حفظة بومان كروية مزدوجة الجدار حول كتلة من الشرايين الصغيرة ، أو الكبة ، (٢) أنبىبة ، ملتوية ومستقيمة ، محاطة بشعيرات دموية . الكربة قطرها حوالى ٠,٢ مم وأنبىبة قطرها ٠,٠١٥ إلى ٠,٠٢٥ مم ، وطولها ٥٠ إلى ٦٠ سم . المليونان من النفرونات فى الإنسان ، إذا وضعت مع بعضها طرفاً لطرف ، فإنها قد تمتد إلى ما يقرب من ٥٠ ميلاً (٨٠ كم) . جميع الأنبيبات تفرغ فى تجويف مركزى (حوض) للكلية يتصل بالخالب .

٧ - ٤ وظيفة كلية الثدييات

الخطوة الأولى فى تكوين البول هي الترشيح . المخلفات ومواد أخرى تنقل فى مجرى الدم ، بواسطة الشرايين الكلوية والشرايين الصغيرة ، إلى الكلية . تبعاً لنظرية وظيفة الكلية المتخرف بها (نظرية كوشنى) فإن السائل الخالى من البروتين يمر من الشرايين الصغيرة فى الكلية خلال حفظة بومان . هذه العملية تم نتيجة للضغط العالى فى هذه الشعيرات بسبب الاختلاف فى حجم الشرايين الصغيرة المؤدية إلى الكبة والخارجة منها ؛ السائل فى الحفظة له نفس النسبة المئوية من التركيب مثل بلازما الدم ناقصاً المواد الغروية التى تكون الأغشية غير منفذة لها . الخطوة الثانية هي إعادة الإمتصاص الانتقائى بواسطة خلايا الأنبيبات - معظمها فى الأنبيبة المتتوية القريبة ، ولكن أيضاً فى لفة هنلى والأنبيبة المتتوية البعيدة . إعادة الامتصاص يستلزم نقلاً نشطاً مع استهلاك الأكسجين واستهلاك للطاقة ، لأن المواد تمر من منطقة ذات تركيز منخفض إلى تركيز عال .

الخاصية المثيرة للاهتمام فى إعادة الامتصاص بواسطة الأنبيبات هي الانتقائية . مثلاً ، حوالى ١٠٤٠ جم ($2\frac{1}{2}$ رطل) من الملح (ص كل) يمر من الكبات فى الأنبيبات كل يوم ، ولكن عادة ٤ إلى ٨ حم فقط (٠,١٤ إلى ٠,٢٨ أوقية) منها تترك الجسم فى البول . الباقي يعاد امتصاصه فى مجرى الدم . وعلى الجانب الآخر ، البولينا تطرد باستمرار ، وهى حوالى نصف المواد الصلبة كلها فى البول (٣٠ جم يومياً) ؛ حيث تكون فى تركيز أعلى بكثير منه فى بلازما الدم (جدول ٧ - ٢) . مواد مثل الجلوكوز ، الصوديوم ، الكليسيوم وتسمى « مواد ذات حد عال » لأنه يعاد امتصاصها بكميات كبيرة ، والمواد التى يعاد امتصاصها بكميات صغيرة (البولينا ، حامض البوليك .. إلخ) تسمى « مواد ذات حد منخفض » . بالإضافة إلى الراشح الكلى وإعادة الامتصاص ، يوجد بعض الإخراج الأنبوى المباشر للمنتجات المتخلفة التى من الصعب أن يتم إخراجها فى الجسم .

إن قدرة كليات الإنسان جديرة بالملاحظة حقاً . فهما يكونان بالكاد $\frac{1}{4}$ (٠,٥ ٪) من الوزن الكلى للجسم ، ومع ذلك يتسلطان ٢٠ ٪ من حجم الدم الذى يمدّه القلب . حوالى ١٧٠٠ كورات (١,٦٠٩ لتر) من الدم تتدفق خلال الكليتان كل يوم ، ولكن حوالى ١٨٠

كوارت فقط (١٧٠ لترًا)، ترشح ٥ ومن هذا السائل ، ١٧٨ كوارت (١٦٨ لترًا) يعاد امتصاصها ، وعلى ذلك واحد كوارت أو اثنين فقط (واحد إلى ١,٩ لترًا) تمر إلى الخارج كبول .
وبمعنى آخر ، فإن كمية مكافئة لحجم الدم الكل ترشح بواسطة الأنبيات حوالى ٣٠ إلى ٣٦ مرة كل يوم .

جسول ٧ - ١ أسواق الكليات في الفقاريات

الكلية الأولية أو كلية الرأس الأمامية	الكلية الوسطية أو الكلية الوسطى	الكلية البعيدة أو الكلية الخلفية
الطارق الجنبى والتركيب البالغ	عمو طفلياً في الجزء الأوسط من تجهيف الجسم ؛ بعض القصات الكليّة تفتح في السليج ولكن الإخراج أساساً بواسطة الكيات	الأخيرة التي تمر ليست طفلية ، طفلية في تجهيف الجسم ؛ لا توجد فيها فصحات عضوية كثير من الكيات ، كل الإخراج خلال مجرى الدم
الأصهار والزواحف	تصل في الوقت ؛ تلتصق في التطور البالغ (تبقى في شكل افراج)	(لا تكون)
الطيور تظهر عارية في الجنبى وسرعان ما تلتصق	تظهر بعد الكلية الأولية ؛ تصل خلال الحياة الجنينية ؛ تلتصق قبل الفقس أو الميلاد ؛ القناة تبقى كجهاز ناقل في الكور	الأخيرة في التطور ؛ تصبح كلية فعالة خلال الحياة بعد الميلاد أو الفقس

جسول ٧ - ٢ العمل التركى لكلية الإنسان

الملك	صوديوم- (م)	كلوريد (كل)	يوتانيوم (بر)	فوسفات فراغ	كوبالت كب أ	مغنيس بوليك	بولينا
٩٢	٠,٣٠	٠,٣٧	٠,٠٢	٠,٠٠٩	٠,٠٠٢	٠,٠٠٤	٠,٠٣
٩٥	٠,٣٥	٠,٦٠	٠,١٥	٠,١٥٠	٠,١٨٠	٠,٠٥٠	٢,٠
التركيز بواسطة الكلية عدد المرات	١	٢	٧	١٦	٩٠	١٢	٦٠

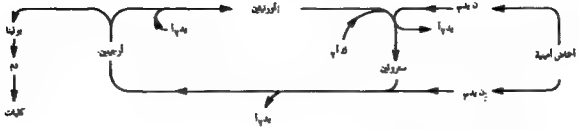
يتم التحكم في المخرج البول بطريق عديدة . الترشيح (الإنتشار من الدم إلى الحفظة) يتأثر مباشرة بضغط الدم . وهذا بدوره ، يتأثر بالأنغرين من الغدة الأدرينالية (فقرة ٨ - ٨) الذى يضيق الأوعية الدموية في الكبات . وغمّة هورمون أدرينالى آخر ، الدوستيرون ، يؤثر على إعادة الامتصاص الثانى للصوديوم والكلوريد في أنبيبات الكلية وطرّد البوتاسيوم . إعادة الامتصاص الثانى للماء هو أكثر وظائف الكلية أهمية . حوالى ٨٠٪ من الماء في السائل الأنبوى من المحتمل أن ينتزع بواسطة الأزموزية في الشعيرات . وهناك ماء إضافى يجمع بواسطة لفة هنلى ، في عملية تنظيم بواسطة هورمون مضاد لإدرار البول تفرزه الغدة النخاعية .

وظيفة الكلية المعتادة لا غنى عنها للصحة ، وأى خلل أو مرض في الكلية يكون خطراً . بعض الأمراض ، وبالأخص الأوكسالات ، قد تتبلور لتكون حصى الكلية في حوض الكلية وأحياناً تستلزم الإزالة بالجراحة . محتوى البول قد يتغير نتيجة أحوال غير عادية أخرى . وعلى ذلك فالتحليل البول قد يعطى حلولاً مفيدة للحالة العامة لوظائف الجسم ، صحة أو غير ذلك . المكونات غير العادية في البول قد تكون الزلال ، الجلوكوز الزائد ، أجسام أسيتونية ، نفايات خلوية ، صديد ، دم ، أو صيغيات الصفراء . إنها حقيقة جديرة بالملاحظة أن إزالة إحدى الكليات ، وحتى جزء من الكلية الثانية ، لا يعوق تماماً العملية الإخراجية الكلية في الإنسان .

وقد صممت الكلية الصناعية ، وهي الآن ميسرة في كثير من المستشفيات لحالات من الفشل الكلوى الحاد أو تسمم الدم . الدم يُحوّل من شريان خلال مجموعة أنابيب سيلوفان في سائل مغلق دوراً ومنه ثانية إلى وريد . السيلوفان به ثقوب يحوالى نفس حجم الشعيرات الكبية ، وعليه فالمواد سوف تنتشر إلى الداخل أو الخارج معتمدة على التركيز في كل من الغلاف والدم . يضبط تركيز المواد في الغلاف ، ومن الممكن إضافة أو إزالة عناصر من الدم حسب الرغبة .

٧ - • المثانة والتبول

يتكون البول بمعدل ثابت تقريباً ، حوالى مليلتر كل دقيقة . ويمر في الحالين ليتجمع في المثانة البولية ، ومنها يطرد على فترات خلال مجرى البول . المثانة عبارة عن عضو مجوف كمجرى الشكل أسفل التجويف البطنى إلى الأمام . وهي - مثل المعدة - يمكن أن تتكيف لتغير حجمها بدون تغير الضغط الداخلى . العضلات المساء لجدار المثانة تتكيف لتزيد في الحجم حتى يتجمع ٣٠٠ مليلتر من البول ؛ ثم يتكون إحساس بالامتلاء . ولكن الرغبة في التبول قد تخمد بواسطة تحكم لا إرادى لمضلة مجرى البول المنقبضة حتى محتوى كل من ٧٠٠ إلى ٨٠٠ مليلتر . والتبول ، أو تفرغ المثانة ، ينظم بواسطة عدة طرق إنعكاسية ، تستلزم إنسباضاً يتبعه إنقباض لجدار المثانة ، مع إرتقاء للعضلات الإنقباضية في نفس الوقت . حتى الكميات الصغيرة من البول يمكن أن تمر ببذل جهد يزيد الضغط في البطن ، وبالتالي تضغط المثانة . حينئذ يصل البول إلى مجرى البول ، يستمر التبول بواسطة فعل إنعكاس ، حتى لو توقف الضغط .



شكل ٧ - ٣ : دورة الأورينين .

٧ - ٦ وسائل أخرى للإخراج

في الحيوانات العليا ، بما فيها الإنسان ، تطرد بعض الفضلات بوسائل خلاف أعضاء الإخراج الأساسية . ثنائي أكسيد الكربون الأبيض يُطرد بطرق مشروحة في فصل ٦ . الماء يتم التخلص منه كبحار خلال الرتين ، حتى ٢٤٠ مليلتر (٨ أوقيات) كل يوم في الإنسان . بعض منتجات الإخراج الأخرى تطرد مع البراز بما فيها الفضلات من المعادن الثقيلة (الحديد والكلسيوم) ، وأصبغ الصفراء المفردة بواسطة الكبد أثناء تكسر الهيموجلوبين ، والماء إلى حد ما .

جلد الإنسان ، بغدده العرقية التي يبلغ عددها المليونين ونصف (شكل ٣ - ١) يعمل أيضاً على طرد الماء ، مع الأملاح ، كميات قليلة من ثنائي أكسيد الكربون ، وبعض مخلفات تنورجينية ، الفقد عن طريق التعرق يكون قليلاً عادة ، ولكن أثناء التعرق النشط ، قد يفقد ما يربو على ٣ جلونات (١١,١٥ لتر) من الماء في يوم واحد . في مثل هذه الظروف ، الملح (ص كل) اللازم للجسم ، يجب أن يعوض بتناول أطعمة ذات ملح كاف ، أيضاً يجب توافر فيتامين ج . التعرق يعتبر عملية إخراجية عرضية فقط . ولكن وظيفته الأولية هي التنظيم الحراري . وهو أيضاً يتأثر بالحواف والظروف الطارئة التي يحدث فيها « عرق بارد » .

التنظيم في الجسم

٧ - ٧ الاتزان البدني

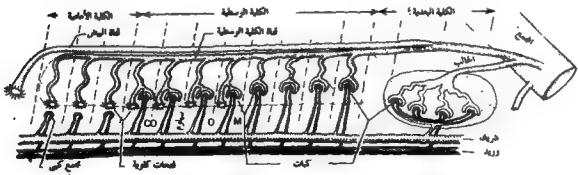
العالم الفسيولوجي الفرنسي الشهير كلود برنارد قال ، « جميع العمليات الحيوية المتنوعة ، لها هدف واحد فقط ، وهو حفظ مظاهر الحياة ثابتة في الوسط الداخلي » . الكائنات الحية تحافظ على حالة داخلية ثابتة إلى حد ما ، تعرف بالاتزان البدني ، بصرف النظر عن التطرف في بيئتها الخارجية . عموماً ، الدرجة التي عندها قد أنجزت مجموعة معينة استقلالاً في بيئتها هي مقياس لتقدمها التطوري ؛ بعض الأولويات العامة تتأثر بكل عامل تقريباً في الوسط حولها ، في حين أن البشر مستقلون نوعياً ، بوسيلة أو بأخرى .

يوجد العديد من الوسائل لتنظيم الوسط الداخلي ، ولكن النشاط الإنمكاس للجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء المنتج للهرمونات هي أسس كل التنظيم لحالة الاستقرار . كل جزء من جسم الحيوان خلال كل أطوار النمو والتكاثر ، يكون تحت تأثير هذه الأجهزة . الوضع في حتى أبسط الحيوانات معقد ومفهوم قليلاً لدرجة أن العمليات التنظيمية عموماً تؤخذ في الاعتبار منفصلة ، في ضوء معايير قليلة سهلة القياس ، عن أن ينظر إليها ككل . الضغط الأسموزي ، تركيز أيونات الإيدروجين ، ودرجة الحرارة هي ثلاثة من هذه المعايير ، وكل منها على اتصال وثيق بالماء .

٧ - ٨ التنظيم الأسموزي

يؤخذ الماء مع الطعام إلى داخل الجسم ، وأيضاً إلى حد ما بواسطة الامتصاص في الأنواع المائية . والماء مذيب عام وناقل في البروتوبلازم ، ولا يوجد أي كائن يمكن أن يستغنى عن هذا السائل بسبب خاصيته في الانتشار خلال الأغشية ، فإن الماء هو وسيلة النقل للحفاظ على الحالة الثابتة .

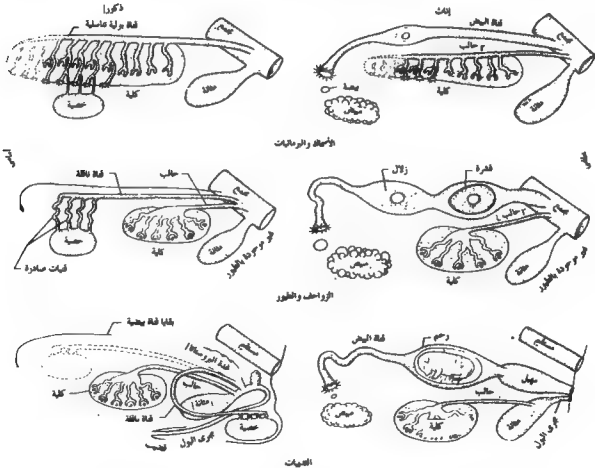
الضغط الأسموزي هو القوة المنتجة بواسطة تركيزات مختلفة من مذيب ومذاب على جانبي غشاء شبه منفذ (فقرة ٢ - ١٩) . في معظم اللاقاريات البحرية ، تكون سوائل الجسم في توازن مع ماء البحر إلى حد ما ؛ أي أن الضغوط الأسموزية في الداخل هي نفسها في الخارج . سوائل الجسم في جميع حيوانات الماء العذب ، لها تركيز ملحي أعلى من الوسط المحيط ، وبميل إلى أن تمتص الماء . وعلى ذلك ، فإن المخلفات قد كونت وسائل متنوعة للتخلص من الماء الزائد . الأوليات تعمل ذلك بواسطة الفجوة المنقبضة ، التي تكون عادة عائية في الأنواع البحرية . معظم الحيوانات الأخرى تفرج الماء الفائض .



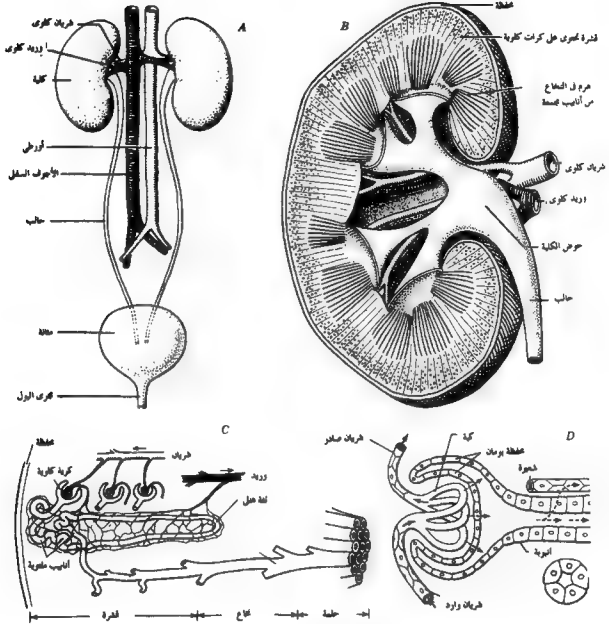
شكل ٧ - ٤ : نماذج أساسية للأجهزة الإخراجية للفقاريات بالنسبة للجهاز الدوري والصلب ؛ رسم تخطيطي (انظر جدول ٧ - ١) . الكلية الأمامية ، عقلية . قنوت مهدبة تجمع الفضلات السائلة من السليوم ؛ عقدة (كبة) من شعيرات دموية مجاورة . الكلية الوسطية ، عقلية . البعض به قنوت مهدبة مفعوعة ، وأخرى بدون ؛ فرع من القناة حول عقدة من شعيرات دموية يكون كبة . الكلية الخلفية ، غير عقلية . مجموعات مركزة من الكبات تصرف قناة واحدة كبيرة ؛ لا توجد فصحة للسليوم (قارن شكل ٧ - ٥)

الكورمورانت ، التورس وغيرها من الطيور البحرية ، تشرب ماء البحر لاحتياجاتها الداخلية .
يتمص الماء بواسطة جدار المعي والزائدة في الأملاح تمر في تيار الدم إلى زوج من غدد تفرز الأملاح
تقع بالقرب من الأوعية ، ولها قنوات تؤدي إلى فتحات الأنف . الإفراز الذي يُدفع خارجاً له
محتوى ملحي أعلى من ماء البحر . الزواحف البحرية ، وبعض الزواحف الأرضية تخرج أيضاً الملح
بواسطة الغدد الأنفية ، والإجوانا البحرية تدفع السائل في مجرىين لمسافة قدم أو أكثر . غدة المستقيم
في القروش تؤدي نفس المهمة .

إخراج الماء أو الإحتفاظ به يتوقف على المحتوى المائي للجسم ككل . في الإنسان ، التعرق الواصل
ينقص حجم السائل الذي يمر إلى الخارج في البول ، كما أن شرب كميات من السائل يزيد الخارج
البولي . توازن الماء يُنظم إلى حد ما بواسطة العطش ، الذي يتغير بدرجة كبيرة مع حالة التقيؤ ،



شكل ٧ - ٥ : الأجهزة البولية التناسلية في الفقاريات ؛ جانب واحد فقط أو نصف الجهاز لكل مين في
الرسم . للحيوان الفقاري الذكر ، الأماكن الأولية (الجينية) للحصى والقناة الناقلة مينة بواسطة خطوط
مقطعة .



شكل ٧ - ٦ : الجهاز البولي التناسل للإنسان . (أ) الجهاز كامل ، منظر بطى . (ب) كلية واحدة في مقطع وسطى . (ج) علاقات الكريات الكلوية ، الأنبيبات والأوعية الدموية . (د) كلية واحدة والأنبيبات المنجورة (مينة أيضاً في قطاع عرضي) - الأسهم المصنعة بين مريان الدم ، والأسهم لخطاطة بين الممر الإخراجي . (ج ، د تخطيطي ومكبر كثيراً) .

وبعض من هذه الطاقة تكون على هيئة حرارة . أثناء الطقس الدافئ ، تفقد الزيادة في الحرارة بطريقتين . تسع الأوعية الدموية في الجلد للدرجة أن الحرارة تؤخذ للسطح بسرعة أكبر ، ويزداد نشاط الغدد العرقية . الفقدان الحقيقي للحرارة يكون أكبر خلال الإشعاع من سطح الجسم واستخدام الحرارة في عملية تبخر الماء . الرطوبة الزائدة تحوق التبخر ، وتعتبر هي سبب القلق (الشعور بالضيق) في الأيام الحارة الرطبة . الملابس لا تنتج حرارة ، ولكنها تبقى طبقة من الهواء الدافئ الرطب بينها وبين الجلد ، وعليه تقلل من فقدان الحرارة نتيجة التبخر والإشعاع.التبخر عن طريق التنفس الزائد ، هو وسيلة هامة لتنظيم درجة الحرارة في الحيوانات مثل الكلاب التي لا تعرق .

٧ - ١١ البيات الشتوى

كثير من الحيوانات ذات الدم البارد ، تختفى في أماكن محمية أثناء درجات الحرارة المنخفضة للشتاء ، لتجنب الموت بفقدان الحرارة أو بالتجمد . درجة حرارتها تصبح عملياً تلك التي للأوساط المحيطة بها ، والأبيض يهبط لمستوى منخفض جداً وتكون على ذلك في « النوم الشتوى » أو البيات الشتوى . بعض من الحيوانات ذات الدم الحار مثل السنجاب الأرضى ، والسنجاب الأمريكى ، وبعض الخفافيش تبيت أيضاً أثناء الأوقات الباردة من السنة ، حينما يكون طعامها نادراً . ثم تتبع درجة حرارة الجسم تلك التي للأوساط المحيطة . أثناء هذه الفترة ، يتوقف التنظيم الحرارى المعتاد ، وفسولوجية الحيوان كلها تصبح متحورة - معدل ضربات القلب ، إستهلاك الأكسجين والأبيض كلها تختزل كثيراً .

٧ - ١٢ التنظيم المورمونى

في النهاية يبدو أن الأجزاء المختلفة للغدة النخامية (فصل ٨) مسئولة أولاً عن تنظيم المورمونات الخاصة التي ، بدورها، تحافظ على توازنات معينة في الحالة المستقرة للجسم . وعلى ذلك فإن الثيروتوكسين ، الذى تفرزه الغدة الدرقية ، ينظم الأيض العام ، الغدد جار الدرقية تنظم أبيض الكالسيوم ، والأنسولين ، المفرز بواسطة جزر لانجرهانز في البنكرياس ، يحافظ على مستوى الجلوكوز في الدم . الإنتاج المنخفض للأنسولين يسبب مرض السكر المعروف (ديابيتس ملليتس) .

٧ - ١٣ الدم في التنظيم

في الحيوانات العليا ، يكون الدم الناقل هو الأداة الناقلة للحفاظ على الحالة المستقرة . بجانب حمل المواد الخام والنواتج المختلفة عن الأيض ، فإن الدم يحمل الماء ، المورمونات ، والأنزيمات ، ويعمل أيضاً كوسيلة دفاع ضد غزو الكائنات الضارة .

خلايا الدم لها عمل التهامي مباشر غير أن الدم يلعب أيضاً دوراً حيوياً في مناعة الجسم ضد الإصابة . حينما يُدخّل بروتين غريب (بكتوى أو سم) ويهدد بإحداث خلل في « حالة الإستقرار » ، فإن الأجسام المضادة تتكون عادة . تلك حالات خاصة جداً وتواجه بمناعة لفترات من أشهر قليلة أو عدة سنوات أو طوال حياة الفرد (أنظر فقر ٥ - ٧) . بعض الأفراد يصبحون حساسين جداً لبروتينات خاصة ، مثل أنواع معينة من غبار حبوب اللقاح التي يسبب حمى القش أو الربو . سوائل الجسم لكل حيوان يكون إلى حد ما في حالة استقرار متوازنة مع جميع المواد وعوامل الإصابة في بيئته . هذا الجهاز المعقد قد يصاب بعطل من آن لآخر ، مؤدياً إلى نتائج خطيرة أو حتى مميتة .

٧ - ١٤ المستويات التنظيمية

ما تعرف « بحالة إستقرار » ليست حالة سكون فردية ، ولكنها توازن ديناميكي لعدة أجهزه تنغير في الأطوار المتتابعة من النمو . وفوق ذلك ، فهي توجد عند كل المستويات . فتوجد حالة الإستقرار الخلوية التي بها تكون الخلايا الفردية محتفظة بتوازنها مع وسطها الخلوى ؛ يوجد تنظيم على المستوى النسيجي ، على المستوى العضوى ، وفي النهاية على مستوى الكائن كله . التنظيم وحالة الإستقرار يكونان قواعد الحياة .

مراجعة

- ١ - في الفحوصات الطبية للإنسان ، تؤخذ عادة عينة بول . ماذا يمكن معرفته عن صحة إنسان ما من مثل هذه العينة ؟
- ٢ - صف الأصل المحصل وتطور كليات الفقاريات .
- ٣ - أية أسس فيزيائية تكون فعالة في وظيفة الكلية ؟
- ٤ - أية مواد متخلفة تطرد من الجسم من مكان آخر غير الكليات في الإنسان ؟ أية عمليات تم ؟
- ٥ - عرف محفظة بومان . الكلية ، لفة هنلي ، القشرة ، النخاع .
- ٦ - ما هو التركيب المعتاد للبول ؟ كيف تتوقع أن يتغير هذا في يوم حار جداً ؟
- ٧ - أين يخزن البول في جسم الإنسان ، وكيف يطرد على فترات ؟
- ٨ - ماذا يقصد بالإتزان البدني ؟ كيف تستخدم درجته من الجو كمقياس للتقدم التطوري بين الحيوانات ؟
- ٩ - ما هما الطريقتان الأساسيتان المستولتان عن حفظ « حالة الإستقرار » في الإنسان ؟
- ١٠ - كيف ينظم الجسم توازن الماء ، الأملاح ، ودرجة الحرارة ؟
- ١١ - ما هو دور الغدة النخامية بالنسبة لحالة الإستقرار ؟
- ١٢ - بأيّة طرق يحافظ الدم على حفظ حالة الاستقرار ؟
- ١٣ - كيف تتكون البولينا ؟

الفصل الثامن

الغدد أو الأجهزة الصماء

الغدد هي خلايا أو مجاميع من الخلايا متخصصة في التركيب والوظيفة لتنتج مواداً تلزم في عمليات الجسم ؛ تلك المواد تُخلَق من عناصر في الدم أو الليمف . معظم الغدد تصب منتجاتها في قنوات وتسمى غدد ذات إفراز خارجي (خارجية الإفراز) . الغدد اللعابية والكبد ، مثلاً ، لها قنوات تحمل إفرازاتها إلى أجزاء من القناة الهضمية ، في حين أن الغدد التبدية والعرقية تصب خلال فتحات على سطح الجسم . بالإضافة إلى ذلك ، توجد غدد أخرى بدون قنوات ، تحمل إفرازاتها بواسطة مجرى الدم إلى أجزاء الجسم المختلفة . تلك هي الغدد الصماء ، ومنتجاتها تسمى هورمونات أو إفرازات داخلية . كميات دقيقة من هذه المواد داخلية الإفراز تؤدي دوراً تنظيمياً هاماً على كثير من وظائف الجسم ، تحفز أو تثبط التكوين ، النمو ، والأنشطة لمختلف الأنسجة ، كما تؤثر على سلوك الفرد .

٨ - ١ التنظيم بالغدد الصماء

معظم أو جميع أنشطة الغدد الصماء مرتبطة ببعضها ، وتعمل مع بعضها لدرجة أننا قد نتحدث عن جهاز غدد صماء ، وهذا الجهاز بالتنسيق مع الجهاز العصبي يعمل على تنظيم وظائف الجسم . ويمكن مقارنة هذا بمصنع حيث تتخذ قرارات سريعة في الحال بواسطة العمال والمشرفين (مماثلة للمؤثرات العصبية في الجسم) ، في حين أن التنظيمات طويلة الأجل والسياسات العامة تخطط بواسطة الإدارة العليا (غدد صماء بالتعاون مع أجزاء من الجهاز العصبي) .

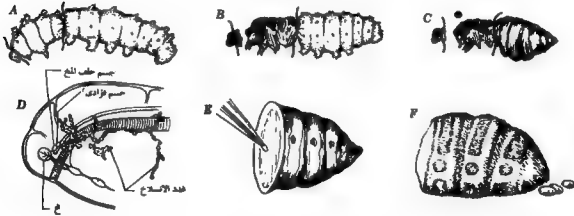
الطرق الصحيحة التي بها تؤثر إفرازات الغدد الصماء في العمليات الفسيولوجية غير معروفة غالباً . معظمها ينتشر حراً ليحدث إستجابات فورية . أيضاً ، تتحول أو تتكسر فتكون تأثيراتها غير مستديرة مالم يكن ميسراً إمداد مستمر منها . المواد الأساسية التي تتكون منها الهورمونات ظهرت مبكراً في التطور البيوكيميائي ونُحِث في جميع الكائنات عديدة الخلايا . المعرفة بكيميائية الهورمونات قد تقدمت بتخليق هورمونين ؛ ثيوكسين ؟ أيتفرين (أدرينالين) ذات جزئيات

بسيطة إلى حد ما . التجارب توضح أن الهرمونات ليست خاصة للحيوانات التي تُنتج منها ، ولكنها قد تؤثر في العمليات البدنية لحيوانات أخرى كثيرة . فمثلاً ، الأدرينالين له تأثير على الأوليات والعديد من القشريات بجانب الإنسان والفقاريات الأخرى .

وثمة تأثيرات متبادلة قد وجدت بين النباتات والحيوانات . الأوكسين ، وهو هورمون النمو في النباتات ، يبه الحيوان الأولى يوجلينا فريديس ؛ وبعض هورمونات الحيوانات تحفز النمو في أطراف الجنود للنباتات التي أزيلت رعوها ، وأصبحت محرومة من إمداد من هورمون النمو الخاص بها . مدى تواجد الهرمونات في الكائنات لا يزال غير معروف ، ولكنها أو مواد مماثلة لم تكتشف بعد يجب أن تكون منتشرة .

٨ - ٢ هورمونات اللافقاريات

يوجد دليل على وجود هورمونات في الديدان المفلطحة ، الحليقيات ، الجلد شوكيات ، الرخويات ، ومفصليات القدم . القشريات لها عدة تركيبات صماء : عضوا الغدة الجيبية ، العضو التاموري ، الغدة منشطة للذكورة ... الخ . توجد خلايا عصبية إفرازية على امتداد الجهاز العصبي المركزي ، وأحد التجمعات الرئيسية توجد في عضو X في ساق العين . هورمونات ساق العين تؤثر في الانسلاخ ، التكاثر ، وحركات الصبغ في خلايا الشبكية والخلايا البدنية .



شكل ٨ - ١ التنظيم الهرموني للصور في يرقات فراش السكرويا (هياوفورا سكرويا) (أ) أربطة معقودة خلف الرأس والصدر قبلما يفرز الهرمون المنشط (AH) من المخ ؛ لا يحدث نمو . (ب) أربطة معقودة بعد ما يكون AH قد دار خلال الجسم ، ولكن قبلما تشط غدد الانسلاخ (قبل البصرية) ؛ الرأس والصدر يصوران (ج) أربطة تفقد بعد ذلك ؛ غدد الانسلاخ الآن منشطة ، AH سرى خلال الجسم ، الصور تام . (د) أماكن الأجسام خلف الغدة وغدد الانسلاخ في رأس اليرقة . (هـ) الغدد الخية والبصرية الأمامية من يرقة مبردة منزوعة في بطن منفصل لملءاء . (و) هورمونات تحث الصور للطور البالغ ، ويصم موضوع - البوقات منقطه ، الصناعات خططة . الطور البالغ مشعر . (عن ك . م . وليامز ، ثبت يولوجي ، ١٩٥٢ ، ١٩٤٨) .

الإنسلاخ والتحول في الحشرات تنظم بواسطة إفرازات داخلية . في البق (روديس) ، يوجد هورمون من جسم خلف المخ (كوديس ألام) يثبط التحور ، في حين أن هورمونا آخر من خلايا عصبية إفرازية في الجزء بين الخفي من المخ يحفز الإنسلاخ والتميز . تحول العنقاء الساكنة شتاءً إلى الطور اليافع في فراشة دودة الحرير (هيلوفورا سيكروريا) ينتج من تأثير هورمون المخ المنشط على الإنسلاخ (شكل ٨ - ١) . في الطبيعة ، برودة الشتاء ضرورية لتنبئ فترة السكون التي تسبق التحور . بعد البرودة ، يفرز هورمون النمو والتميز ، أكديسون ، بواسطة غدد أنسلاخية في مقدمة الصدر . الإنتاج يطلق بواسطة هورمون آخر (AH) تنتجه خلايا عصبية إفرازية للجزء بين الخفي في المخ . AH يحمل في محاور الألياف العصبية إلى كوربور أكارديا كما خلف المخ ، ينطلق هناك في الدم ، ومن ثم يجري إلى غدد الإنسلاخ . التجارب التي توضح هذه الأنشطة اللاقوية هي كما يلي :

١ - العنقاء العادية لا تتحول إذا تركت طوال الشتاء عند درجة حرارة الغرفة ، ولكنها تتحول إذا حفظت عند ٥٥° م .

٢ - إذا ما وصلت يرقة باردة وأخرى غير باردة جراحياً (الاتحاد التشريحي الفسيولوجي : بارابويس) وعليه يختلط مجرى الدم فيها ، فإن كليهما تتحول ؛ المورمون من إحداها ينتقل في الأخرى .

٣ - إذا ما شُرحت عنقاء باردة إلى جزئين ، رأس صدر ، وبطن ، الأول يتحول إلى أجزاء أمامية عادية للطور اليافع ، ولكن الثاني لا يتحول . ولكن إذا زرعت في الجزء الثاني مخ والغدد الصدرية الأمامية ، فإنه يصبح بطناً عادياً ، وقد يضع بيضاً .

٤ - إذا أزيل المخ من ثمان يرقات باردة ، ثم وُحِدَت مع بعضها البعض في سلسلة ، وزرع مخ في الأولى ، فالمجموعة كلها سوف تتحول بالتتابع .

في الحياة اليرقية المبكرة ، تفرز الأجسام خلف الخفية هورموناً مثبطاً يسمى هورمون حديث السن (نيوتين) وهو ينشط نمو اليرقية وتميز تركيباتها . النيوتين يتفاعل مع أكديسون لينشط البلوغ اليرقي لكل طور في النمو . ومن الواضح أن تركيزه ينخفض تجاه نهاية الطور اليرقي ، ليمسح للأكديسون أن يحفز الإنسلاخ . إزالة الجسم خلف المخ في يرقة صغيرة يتبعه حالات غير ناضجة من تكوين العنقاء ، والتحول ، وظهور طور يافع مصغر . وعلى ذلك يبدو أنه يوجد في الحشرات هورمونان يختصان بالنمو : واحد يختص بالتركيبات اليرقية والآخر بالتركيبات اليافعة - الإثنان يشتركان معاً في النمو المعتاد .

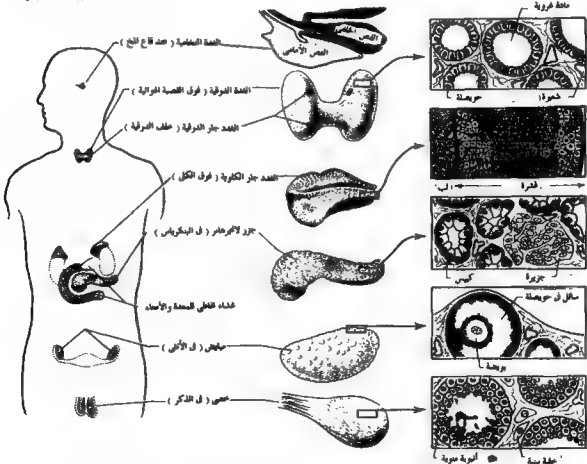
كثير من الحشرات أيضاً تنتج مواداً تسمى الفيرومونات وهي مواد كيميائية تؤثر على سلوك أفراد أخرى من نفس النوع . مثال ذلك ، نملة عاتلة من مصدر غذاء تفرز رائحة كيميائية تجذب الحمل الآخر من نفس النوع نحو الطعام . حينئذ ينفذ الطعام ، بفشل الحمل في وضع الرائحة ، وتتبخّر المادة الكيميائية بسرعة . تمتنع الحمل الآخر من الذهاب في مهمة فاشلة . بعض الحشرات تفرز فيرومونات تعمل على جذب أو إثارة أفراد من الجنس المضاد من مسافة طويلة . تلك الكيماويات تكون مؤثرة

في كميات ضئيلة للغاية، وأيضاً قادرة على الجنب من مسافات من ميل إلى ميلين . الطليمة الكيميائية لبعض الفرومونات قد تحددت، وهي لا تتبع لأي مجموعة فردية من المكونات الكيميائية . الاستخدام العملي للفرومونات قد أجرى في مقاومة الآفات، وبالأخص لقراش الفجر حيث أن المصائد المزودة بفرومون جنس أنثوى كطعم، كانت مؤثرة في صيد القراش الذكرى .

٨ - ٣ هورمونات الفقاريات^(١)

في الفقاريات العليا وفي الإنسان (شكل ٨ - ٧) تشمل الغدد الصماء الغدة النخامية، الصنوبرية، البرقية، الغدد جار الدرقية، الأجسام الخيشومية الأخرى، جرز لا نجرها زن، الغدد فوق الكلوية، المناسل، أجزاء من المخططة المعدة والمعوية، والمشمية في بعض الثدييات. وظيفة الجسم الصنوبري والأجسام الخيشومية الأخرى غير معروفة. موضع، تركيب، ووظائف الغدد

العديد العلماء في الإسلام



شكل ٨ - ٢ : اللبنة الصماء في الإنسان

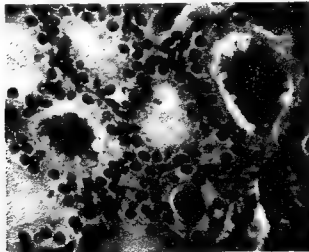
(١) انظر أيضاً تنظيم الأنشطة الإفرازية في المضمّن (فقرة ٤ - أ) ، اليد والخدمة الدورية (فقرة ٤ - ب) ، وتنظيم الإفراز (فقرات ٧ - ب ، ٧ - ج ، ٧ - د) .

الصماء متشابه فيما بين الفقاريات ويعتقد أنها سلسلة متجانسة ، تتباين في التفاصيل .

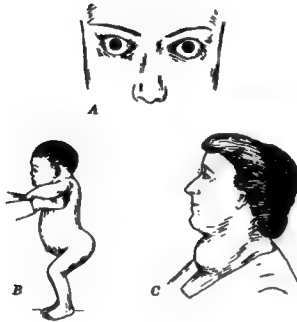
المعرفة بالغدد الصماء للفقاريات قد تقدمت كثيراً خلال الأبحاث التجريبية منذ حوالى عام ١٩٢٠ . الغدد الصماء تدرس بواسطة (١) إزالة الغدد من أى من الحيوانات الصغيرة أو البالغة ؛ (٢) زرع الغدد في كائنات من أعمار مختلفة ؛ (٣) التغذية بمادة الغدة أو مستخلص منها ؛ (٤) حقن المستخلص في الجسم ؛ (٥) ملاحظة الأفراد بغدد مريضة . النقص في إفراز معين يسمى هايمو - ، والزيادة تسمى هايمو - مثلاً ، مع الغدة الدرقية ، الإمداد الضئيل يسمى القصور الدرقى ، والزيادة تحدث إفراطاً درقياً . علم الغدد الصماء له تطبيقات هامة في الطب البشرى ، وبعض التأثير في إنتاج الحيوانات الأليفة . تركيب ووظيفة الغدد الصماء توصف هنا مع الإشارة الخاصة للإنسان .

٨ - ٤ الغدة الدرقية

هذه الغدة ، وهى فصان متصلان يبرز ، تقع على جانبي القصبة الهوائية أسفل الحنجرة . وهى تتركب من أكياس عديدة كروية مغلقة أو حويصلات ذات حجم مجهرى ، مبطنة بخلايا مكعبة ومحاطة بأوعية دموية وأعصاب (شكل ٨ - ٣) . الحويصلات ممتلئة بمادة غروية تحتوى على هرمونات ثايروكسين (ك ١٥ يد ١١ أو ١٤ نكل ١٤ ؛ حوالى ٦٥٪ يود وزناً) ، ترى أيودوثايرونين ، ينظم الأبيض العام للجسم وكذلك النمو والنمو الجنسي . في الحالة العادية تنتج كمية متباينة من ثايروكسين متوقفة على العمر ، الجنس ، وعوامل أخرى . التنظيم يكون بواسطة هورمونون منه للغدة الدرقية (TSH) من الغدة النخامية ، المنظم بواسطة سرير المخ . الغدة الدرقية ، بالتالى تؤثر على الغدد الصماء الأخرى بما في ذلك قشرة الغدة جار الكلوية والمناسل . مع نقص إنتاج الثيروكسين ، يكون الشخص أقل نشاطاً ، كسولاً ، ويشعر « بالبرد » بسبب انخفاض الأبيض



شكل ٨ - ٣ : صورة للغدة الدرقية فيها مادة غروية في حويصلات مسطيرة



شكل ٨ - ٤ : إختلالات في الغدة الدرقية . نشاط مفرط للغدة الدرقية : (أ) جحوظ العين ، بروز كرات العين . (ج) جويتر ، زيادة في نمو الغدة الدرقية - قصور دوق : (ب) طفل قزمي ، نتيجة نقص في إفرازات الغدة الدرقية . (ب ، من هومسكنز ، المد والجزر في الحياة ، و . و . نورفون وشركاه ، محدودة جد ، عن روبسون ، حدد الحياة العاصفة عندما : شركة يوجينس للشر) .

العلم . هذه الحالة يمكن التغلب عليها بجرعة يومية من ملليجرامات قليلة من مستخلص الغدة الدرقية (مخضر من الغدة الدرقية للبقرة) . بخلاف الهرمونات الأخرى ، فإن الثيروكسين لا يمتص بسهولة ، وعليه يمكن إعطاؤه عن طريق الفم . الإفراط في النمو أو النشاط الزائد للغدة في الإنسان يسرع الأنشطة البدنية (الأبيض القاعدي) ، التي تزيد كلا من إنتاج الحرارة وضربات القلب . وعادة تشفى الحالة بإزالة جزء من الغدة جراحياً أو بتعطيل جزء منها باليود المشع (ي^{١٣١}) لتقليل كمية الثيروكسين في الجسم . الحالات القصوى من النشاط الدرق المفرط غالباً ما يؤدي إلى ظهور إثارة عصبية وتضخم الغدة الدرقية مع جحوظ في مقلتي العينين (شكل ٨ - ٤ أ) . إذا ما أزيلت الغدة الدرقية في حيوان صغير ، يقف النمو الهيكل ويفشل البلوغ الجنسي ، إذا أزيلت من أفي ذنبه ، فإنه لا يتحول إلى ضفدع . غير أن النمو المتأخر يعود إذا ما زرعت الغدة الدرقية أو أعطمت أو حقن مستخلص منها .

نقص اليود في التربة والماء يحدث في المناطق الجبلية وأماكن أخرى بعيدة عن البحر ، مثل منطقة الحيوانات الكبرى ، الألب والهمالايا . التضخم المزمن للغدة الدرقية ، المعروف بالجويتر ، غالباً ما يحدث ليعوض عن النقص (شكل ٨ - ٤ ج) . إذا كان النقص شديداً ، تحدث القمامة (حالة

مرضية خلقية **cretinism**) بين الأطفال . القميء (شكل ٨ - ٤) قزم في الحجم ، وله جلد سميك منتفخ وملاع وجهية خشنة ؛ الأبيض القاعدي لديه منخفض ، وأعضاؤه الجنسية لا تنمو ؛ النمو العقل متأخر بدرجة شديدة ، والكثير منهم بلهاء أو معتوهين والصمم والكهيم يعتبر شائعاً . نقص المقارن بين اليافعين ، بسبب إديما مخاطية (ورم مخاطي جلدي) ، تتميز بجلد سميك منتفخ ؛ شعر ضعيل خشن ؛ أبيض منخفض ؛ اضطراب في الوظيفة الجنسية ؛ وبلادة ذهنية . العلاج بمستخلص الدرقية ؛ إذا بُدئ مبكراً ، يدفع الصغار المصابين بالبلادة نحو نمو معتاد ، وعادة يشفى اليافعين المصابين بالإديما المخاطية .

في مناطق ذات النقص في اليود ، نجد أن إضافة اليود للغذاء ، كملح معالج باليود ، يمنع حدوث مثل هذه العيوب .

الغدد جار الدرقية

خلف الدرقية أو مدفوناً بها جزئياً يوجد زوجان من غدد جار درقية صغيرة بيضية . إفرازها ، براثيورمون ، ينظم تركيزات الكالسيوم والفسفور في بلازما الدم ، ويؤثر في أبض تلك المواد في الجسم . إزالة الغدد ينهه ارتعاش عضلي وانقباضات تشنجية ذات عنف متزايد ، مؤدية إلى تشنجات قاسية (تشنج جار درقي : **Parathyroid tetany**) وإلى الموت . الحفن بمستخلص الغدة جار الدرقية يوقف هذه الآثار . الإنتاج الزائد من إفراز الغدة جار الدرقية يرفع مستوى الكالسيوم في الدم ، وقد يسحب الكالسيوم من العظام . لا تعرف غدد جار درقية بين الأسماك .

٨ - ٦ المخاطية المعدية والمعوية

يوجد دليل عن العديد من الهرمونات تنتج في خلايا مبطنة للمعدة والأمعاء الدقيقة تنظم إفراز الإنزيمات الهضمية . سيكريتين (شكل ٤ - ٧) من الجدار المعوي ينه إفراز العصارة البنكرياسية والجاسترين من مخاطية المعدة يعمل بالمثل للعصارة المعدية .

٨ - ٧ جزر لانجرهانز

فيما بين مادة البنكرياس ، بالإضافة إلى النسيج الغدي المفرز للإنزيمات الهاضمة التي تمر خلال القناة البنكرياسية إلى الأمعاء ، توجد مجاميع عديدة صغيرة من الخلايا ، جزر لانجرهانز ، وهي من أشكال مختلفة وتعامل مختلف مع الأصباغ ، كما أنها غير متصلة بالقناة الهضمية . وتلك الخلايا من نوعين ، خلايا ألفا التي تنتج جلوكاجون ، وخلايا بيتا التي تنتج أنسولين . والأنسولين يعمل على تنظيم دخول السكر إلى الخلايا في العضلات ، الأنسجة الضامة ، والخلايا التي تخلق الدهن . ينخفض الأنسولين مستويات السكر في الدم ، في حين أن الجلوكاجون له تأثير مضاد عن طريق تكسير الجليكوجين إلى جلوكوز ، عملية تسمى تحلل الجليكوجين .

المرض في الجزر أو إزالة البنكرياس يتبعه زيادة في السكر في الدم والبول ، حالة تسمى بمرض السكر (diabetes mellitus) . سلفا كان ذلك ممبئا في الأطفال والبالغين الصغار وكان سبباً هاماً للموت بين الناس الأكبر سنا ، ولكن تأثيره يمكن منعه الآن إلى درجة كبيرة بالحقن اليومي بالأنسولين ، في بعض الأمراض تنتج زيادة في الأنسولين ، متسببة في نقص عيف في مستوى سكر الدم .

ويقارن هذا بالحالة المتسببة عن الحقن بجرعة زائدة من الأنسولين في شخص مصاب بمرض السكر . صدمة الأنسولين الناتجة ليست مختلفة عن بعض أشكال السكر ، ويمكن تخفيفها عن طريق أكل سكر ، وبالتالي رفع مستوى السكر في الدم . للأغراض الطبية ، يستخلص الأنسولين من بنكرياس الماشية والخراف الذي يحصل عليه من السلخانات .

٨ - ٨ الغدد جارا الكلوية (فوق الكلوية)

تقع هاتان الغدتان الصغيرتان بجوار الطرف الأمامي أو العلوي للكلبتات ، ولها إمداد دموي غني غير عادي . وتتركب كل منهما من قشرة خارجية ونخاع داخلي ذات اختلاف في التركيب الجهري والأصل الجنيني . في الضفادع تقع الغدة جارا الكلوية على طول السطح البطني للكلية ، وفي القروش تكون القشرة والنخاع تركيبين منفصلين .

النخاع يقع تحت سيطرة الجهاز العصبي الودي . وينتج أدينفرين (أدرينالين) ونورأدينفرين (نور أدرينالين) . أدينفرين يعمل على تدعيم الإحتياجات الأيضية المفاجئة للجسم عند حالات الطوارئ . وهو يزيد خرج القلب ويوسع الأوعية الدموية ، محولاً الدم إلى أماكن حيث يُحتاج إليه أثناء الجهد . المورمون في العضلات المساء للشعبيات الهوائية في الرئة (ومن ثم يشفى من أزمات الربو) ، ويعطي الحركات العضلية للأعضاء ، وأيضاً يسرع عمليات تحول الجليكوجين إلى جلوكوز . جزء أو جزءان في كل مليون من أدينفرين تعتبر عادية في مجرى دم الإنسان ، ولكن تحت ضغط عاطفي ، مثل الخوف أو الغضب ، تفرز كميات إضافية فجأة ، ويتحول الدم من الأحشاء إلى العضلات والنخاع ، حتى أن الفرد يكون مستعداً للعراك أو الهرب .

النور أدينفرين يسبب ضيق الأوعية الدموية ويحدث توتراً عضلياً على امتداد الجهاز الدوري . وله أيضاً تأثير مماثل ، ولكن بدرجة أضعف ، للأدينفرين على مستوى سكر الدم وانقباضات العضلات المساء ، بخلاف الغدد الصماء الأخرى ، وإزالة النخاع الأدرينالي بعملية جراحية توقف إفراز هورموناته ، لا يسبب إختلالاً ذا شأن في حيوانات التجارب . من الممكن أن يقوم الجهاز العصبي الذاتي بالعمل في غياب هذه المورمونات في الوسط المعزول للمعمل . الوضع قد يكون مختلفاً في الحالات الطبيعية . القشرة ، أو الجزء الخارجى للغدة جارا الكلوية تنتج عدة مواد ، كلها ستيرويدات . ونميز إلى ثلاث درجات : (١) كورتيكويدات معدنية ، تؤثر في أبيض الصوديوم والپوتاسيوم ؛ (٢) جلوكوكورتيكويدات ، تؤثر في أبيض الكريوهيدرات والپروتينات ؛

(٣) أندروجينات ، تؤثر في النمو الجنسي ، الأكثر أهمية في تلك الهرمونات هو الألوسترون من الكورتيكويد المصنف ١ الكورتيزول والكورتيكوسترون من الجلوكوكورتيكويدز . الكورتيزول (أو الهيدروكورتيزون) مفيد في معالجة بعض أنواع التهاب المفاصل . التأثير العام لهذه الاستيرويدات هو مساعدة الجسم في مكافحة البرد ، بعض المتطلبات البيئية ، أو الإصابة ، والمساعدة في تنظيم أيض الكربوهيدرات وتوازن الألكتروليت .

الإزالة التامة لكل الغدتين جاز الكلوتين يتبعه الموت في غضون ١٠ إلى ١٥ يوماً . الأعراض المبكرة هي فقدان الشهية ، القيء ، الضعف ، الانهيار ، نقص في درجة حرارة الجسم والأبيض ، وقنطار الماء وكلوريد الصوديوم من الدم . تحطيم القشرة الأدرينالية (مرض أديسون) في الإنسان يسبب تلون الجلد بلون البرونز ، هبوط تدريجي ، والموت أخيراً .

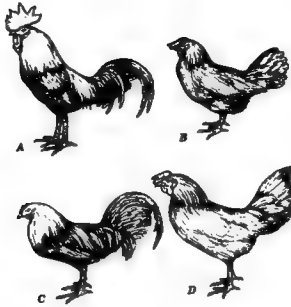
٨ - ٩ المناسل أو الغدد الجنسية

خصى الذكر ومبايض الأنثى هي المناسل ، أو أعضاء الجنس الأولية . قنوات المنى ، الغدد الملحقة ، والقضيب في الذكر ؛ وكذلك قنوات البيض ، الرحم ، والمهبل في الأنثى هي أعضاء الجنس الثانوية ؛ تلك مرتبطة بطرق مختلفة بالتكاثر (فصل ١٠) . الاختلافات الخارجية بين الجنسين ، أو المميزات الجنسية الثانوية ، تظهر في كثير من الحيوانات عند الوصول إلى البلوغ الجنسي . المناسل ، أو أعضاء الجنس الأولية ، بجانب إنتاج البيض والمنى بالتتابع ، تفرز هورمونات تؤثر في أعضاء الجنس الثانوية والمميزات الجنسية : الغدد الصماء الأخرى ، وبالأخص النخامية والدرقية ، تؤثر أيضاً في التركيبات الجنسية والوظائف .

الرقبة الغليظة ، الصوت العميق ، الطريقة القتالية للثيران ، التواطع في ذكر الغزال ، عرف الديك الأكبر ، لغد الديك الرومي ، شوكة رجل الديك وعادات الصباح في الديك هي بعض المميزات الجنسية الثانوية المألوفة . استئصال الخصى ، أو إزالة المناسل ، قبل البلوغ الجنسي ، ينتج تغيرات مثيرة في شكل وطباع هذه الحيوانات . الثور المخصى (ذكر مستأصل منه الخصى) له رقبة أصغر وصوت أكثر شبيهاً لصوت البقرة وسهل الانقياد ؛ الغزال المخصى لا يمكن نواطع ؛ الديك المخصى له عرف أصغر وشوكة رجل أصغر ولا يصيح (شكل ٨ - ٥) . في كل هذه الحيوانات المخصية ، تفقد الصفات الثانوية ، وأعضاء الجنس الثانوية تضمر ، السلوك الجنسي ضعيف أو غائب ، والأفراد يتراكم فيها الدهن .

الإفراز اللاقوى للخصى المسؤول عن هذه التغيرات هو تستوسترون ك١٩ يد. ٣. ٧ ، أو أندروستيديون ، منتج بوضوح بواسطة خلايا لايدج أو الخلايا البينية بين الأنبيبات المنوية . إذا حقن هذا الهورمون في فرد مخصى ، فإن أعضاء الجنس الثانوية تكبر ، الصفات الجنسية الثانوية تنمو ، والسلوك يصبح سلوك حيوان عدوى (غير مخصى) .

حوصلات المبيض تنتج هورموناً جنسياً أنثوياً أسترايديول (وهورمونات أستروجينية قريبة)



شكل ٨ - أ : تأني هورمون الجنس في الطيور . (أ) ذكر عادي ، عرف طويل ولغد ، جسم رفيع . (ب) ذكر نحس (ديك نحس) ، عرف ولغد ضئيلان ، جسم أهبل ، يشبه الأنثى . (ج) أنثى عادية . (د) ذكر نحس بطعم لهما بعد مبيض - جسم أكبر ، عرف ولغد أكبر ، ريش أطول على الرقبة (عن فيلبي ، ١٩٢٥) .

وهو المستول عن ظاهرة الشبق أو « التهييج الجنسي » في أنثى الثدييات . إزالة المبايض من أنثى غير بالغة يمنعها من أن تصبح بالغة جنسياً ، تبقى أعضاء الجنس الثانوية كما في مرحلة الطفولة ، ولا تظهر الغرائز الجنسية . حقن أسترايديول في أنثى مستأصل منها المبايض يعيد هذه التأثيرات . وإذا حقن في أنثى متعادية لم تستأصل منها المبايض ولكنها غير بالغة ، فإن البلوغ الجنسي يتم بسرعة ، الأعضاء الثانوية تنمو ، ولكن المبايض تبقى في مرحلة الطفولة .

أعضاء التكاثر الثانوية للأنثى ، وبالأخص بعد الشبق ، تنظم بواسطة هورمون مبيضي آخر ، بروجسترون (بروجستين) ، وهذا ينتج بواسطة الجسم الأصفر الذي يتكون في حوصلة جراف في المبيض بعد إنطلاق البويضة وبواسطة المشيمة في فترة الحمل المتأخرة . بروجسترون ، مع أسترايديول ، يعد الرحم لاستقبال بويضة مخصبة . كلا الهرمونين ، مباشراً أو غير مباشر ، يسبب كبير الغدد الثديية لوظيفتها التالية ؛ فيما بعد نجد أن الهرمون . المدر للبن يهبط إفراز اللبن . وثمة هورمون مبيضي ثالث ، ريلاكسين ، أيضاً تفرزه المشيمة ، يسهل الولادة نتيجة لإرخاء أربطة الحزام الحوضي .

٨ - ١٠ الغدة النخامية

توجد الغدة النخامية (hypophysis) عند قاعدة المخ وتتكون أثناء النمو الجنيني من (١) فص أمامي من جيب في سقف الفم (جيب رانكي) ، (٢) فص خلفي (عصبي) من قمع المخ . في الإنسان البالغ ، تتكون الغدة النخامية من أربعة أجزاء : أمامي ، وسطي ، خلفي (عصبي) ، ودرني . التركيب الكلي يزن حوالي $\frac{1}{4}$ جرام فقط ، غير أن له تأثيراً كبيراً على النمو ووظائف الجسم كله .

الفص العصبي يخزن ويطلق هرمونين ينتجان في تحت سرير المخ . وينقلان . في ألياف عصبية . فازوبريسين أو الهرمون المضاد لإدرار البول (ADH) ، يزيد امتصاص الماء في أنابيب الكلية ويسبب ضيق الشعيرات الدموية . الهرمون الثاني ، أوكسيتوسين ، يسبب انقباضاً في العضلات الملساء في الرحم والغدة الثديية . تحت سرير المخ يوجد عند قاعدة الغدة النخامية ، وهو يسيطر على كثير من الوظائف الذاتية وإفرازات الغدة النخامية . في الفقاريات متغيرة الحرارة ، إنترميدين ، أو الهرمونات المنشطة لحاملات الصبغ الأسود (MSH) ، من الفص الأوسط ، يسبب انتشاراً للصبغ في حاملات الصبغ الأسود . فقدان وظيفة الفص الخلفي في الإنسان يؤدي إلى حالة إكلينيكية تسمى مرض السكر الكاذب ، حيث تخرج كميات ضخمة من الماء ويعاني المريض من العطش الشديد . هذه الحالة تعالج بواسطة التغذية بالفازوبريسين وغمّة مستخلص تجارى ، بروتوهرين يستخدم في علاج جميع هذه الحالات .

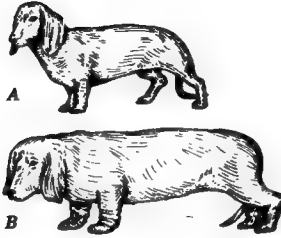
الفص الأمامي للغدة النخامية ينتج عدة هرمونات واضحة تؤثر على الغدة الصماء اللاقوية الأخرى وأيضاً على الأجزاء المختلفة من الجسم . وعلى ذلك فإن معدل إنتاج هرمون الغدة الدرقية يتوقف على إمداد الهرمون المنشط للدرقية من الغدة النخامية الأمامية . الهرمونات الأساسية للغدة النخامية الأمامية وتأثيراتها هي كما يلي :

١ - الهرمون المنشط للنمو

الإفراز الزائد من هذا الهرمون أو النمو الزائد للغدة يسبب مرض الصلقة (شكل ٨ - ٦) . إذا حدث هذا أثناء الشباب المبكر ، فإنه يحدث طولاً في العظام الطويلة ؛ العملاقة من البشر ٨ إلى ٩ أقدام طولاً ينتجون من النشاط المفرط للغدة . الزيادة فيما بعد أثناء الحياة ، بسبب كبر الأطراف ، حيث تصبح الجبهة ، الأنف والفك السفلي ضخمة وجلد الوجه سميكاً وخشناً . النقص في هذا الهرمون يسبب القزمية ، حيث يحتفظ الفرد بنسب جسم الطفل .

٢ - الهرمون المنشط للمناسل في إناث الثدييات

هذا الهرمون (واحد أو أكثر) يسبب النمو العادى لحوصلة جراف في المبيض وتكوين الجسم الأصفر . حينما يحقن في إناث غير ناضجة . فإنه يسبب بلوغاً جنسياً مبكراً في ظرف أيام قلائل ؛



شكل ٨ - ٦ : إضطرابات نتيجة عدم توازن في هورمون الغدة النخامية الأمامية .
(أ) كلب دلك لئالى عادى . (ب) جرو زرع فيه غدة النخامية لمدة ٣٥ أسبوعاً (عن إيفانز وآخرون ، ١٩٣٣) .

المرعات الزائدة في الفئران تسبب إزدواجاً أو زيادة لثلاثة أضعاف في عدد البيض (حتى ٣٣)
المنطلق من المبايض في وقت واحد . في ذكور الثدييات ، ينشط الهورمون الهو في كلا الانايب
النوية والنسيج البنى . زرع الغدة النخامية في الثدييات يسبب بلوغاً سريعاً ووضع البيض في ظرف
أيام قلائل . إزالة الغدة النخامية يتجه ضمور في المناسل والأعضاء الجنسية الثانوية .

٣ - الهورمون مدر للبن

هذا الهورمون (بروتاكتين) له وظائف عديدة . فهو يستخدم في (١) الاحتفاظ بالصوديوم في
الأسماك ؛ (٢) تحور البرمائيات ؛ (٣) سلوك البحث عن الماء في الثبوت ؛ (٤) نمو السحالي ؛
(٥) إنتاج كيس الحوصلة « اللبن » في الحمام ؛ (٦) تكوين لصوق الحضنة والحضانة في الطيور ؛
(٧) إفراز هورمون قبل الحمل بحث ويحافظ على الهو الرحمي أثناء الحمل في الثدييات ؛ (٨) نمو الغدة
الثديية وتكوين اللبن .

٤ - الهورمون منشط لقشرة الغدة جار الكلوية

بحث الهو والنشاط الإفرازى للغدة جار الكلوية . أحد هذه المنتجات هو الهورمون المنشط
لقشرة الغدة جار الكلوية ، (ACTH) ، الذى بحث بالتالى إفراز الهرمونات الأخرى بما فيها
كورتيزون .

٥ - الهرمون منشط للغدة الدرقية

النمو والنشاط الحيوي للغدة الدرقية تنظم بواسطة هذا الهرمون .

٨ - ١١ الجسم الصنوبري

سقف المخ البيني يحمل الجسم الصنوبري (epiphysis) الذى ظلت وظيفته غير معروفة منذ وقت طويل . إفرازه ، ميلاتونين ، يؤثر على الإيقاع اليومي (والمضيق ؟) للنشاط في الحيوانات وذلك بالتأثير على استجابتهم للضوء كما أن له تأثيراً محبطاً على المناسل .

٨ - ١٢ الغدد الصماء كجهاز

الغدد العديدة ذات الإفراز الداخلى ، الواقعة في أماكن مختلفة في الجسم ، تكون « جهازاً » متكافئاً إلى حد ما . منتجات الغدة النخامية الأمامية تقوم بالدور الهام في توحيد وظائف الغدد الصماء الأخرى والأعضاء والأنسجة المختلفة في الجسم .

الجهاز العصبي أيضاً يطلق هورمونات ، ووظائف الجهاز العصبي والغدد الصماء متآزرة جداً لدرجة أن البعض يفضلون أن يعتبروها كجهاز غدد صماء عصبي واحد . هذا المفهوم ذو أهمية خاصة في دراسات سلوك الحيوان حيث نجد ، مثلاً ، أن سلوك التزاوج قد يكون نتيجة حافز خارجي (مثل فترة إضاءة) يستقبل بواسطة الجهاز العصبي ويتحول إلى سلوك بواسطة تغيرات تنتج في الغدد الصماء .

مراجعة

- ١ - أية إختلالات هورمونية يمكن الكشف عنها من (أ) تحليل البول ، (ب) إختبارات الدم ، (ج) المظهر المورفولوجي ؟
- ٢ - أية وظائف بين مفصليات القدم تعرف بأنها منظمة بواسطة هورمونات ؟
- ٣ - ما هي بعض النتائج لإفراز غير مناسب وإفراز مفرط من ليوكسين ؟
- ٤ - ما هو مرض السكر وكيف يحدث ؟ أية معالجة تكون ممكنة ؟
- ٥ - أية أنسجة متضخمة هورمونات يمكن أن تفقد بدون تعريض حياة الفرد للخطر .
- ٦ - كيف تفسر أن الفقاريات الكبيرة الأرضية لا تنتج فيرومونات ، في حين أن الحشرات تصنعها ؟
- ٧ - ماذا يحدث في التركيب ، الوظيفة ، والسلوك حينما يغيى الذئك ؟
- ٨ - أين ينتج الهرمون في الخصية .
- ٩ - أية هورمونات تنشأ من الغدد النخامية ، وما هي وظيفة كل ؟
- ١٠ - كيف وأين يحصل على الهرمونات للإستفادة في الطب البشري ؟
- ١١ - أية هورمونات تنظم كلاً من العمليات البدنية الآتية : الأبيض العام ؛ أبيض الكلسيوم ؛ تحرر أنى ذهنية ؛ أبيض السكر ؛ إنقباض الشعيرات الدموية في العضلة الحشوية ؛ البلوغ الجنسي في الأنثى .
- ١٢ - أى هورمون توقع أن تجده في « حبوب تنظيم النسل » للنساء ولماذا ؟
- ١٣ - بأية طريقة قد تكون الهرمونات نافعة في الزراعة .

الفصل التاسع

الأجهزة العصبية أعضاء الحس ، وسلوك الحيوان

كل البروتوبلازم الحى سريع التأثر أو مستجيب للمنبهات . بسبب ذلك ، فإن كل كائن حساس للتغيرات فى المنبهات سواء من وسطه الخارجى أو وسطه الداخلى ؛ يستجيب الكائن أو يتفاعل لهذه المنبهات بطرق مختلفة . كل نوع من الإستجابة العضوية ، من أبسط تفاعل للألمبيا إلى أكثر وظيفة بدنية تعقيداً أو العملية الذهنية للإنسان ، ينتج من هذه الخاصية الأساسية للإنفعال . لإدراك المنبهات ، لتوصيلها إلى أجزاء الجسم المختلفة ، ولإحداث استجابات ، فإن معظم الحيوانات لها أعضاء حسية وجهاز عصبى (شكل ٩ - ١) . هذا الجهاز (مع الغدد الصماء اللاتقوية فى بعضها) يعمل أيضاً على تأزر وتكامل وظائف الخلايا ، الأنسجة ، والأجهزة العضوية ، حتى يعمل توافقياً كوحدة ، مسببة ما نراه كسلوك للحيوانات .

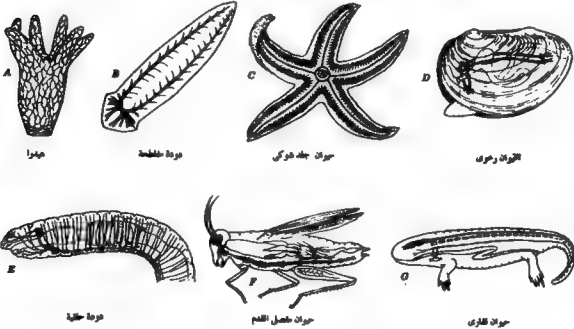
أى تغير فيزيائى أو كيميائى قادر على إثارة كائن أو أجزائه هو « منه » . المنبهات الخارجية الشائعة تنشأ من الحرارة ، الرطوبة ، الضوء ، جاذبية الأرض ، التلاصق ، الضغط ، إمداد الأكسجين ، تركيزات الأملاح ، والروائح (إنشاق كيميائى) . المنبهات الداخلية تنتج من كمية الطعام ، الماء ، الأكسجين ، أو الفضلات فى الجسم ، ومن التعب ، الألم ، المرض ، أو بعض الأحوال الأخرى . بعض المنبهات تؤثر مباشرة على الخلايا أو الأنسجة ، وتحدث إستجابة مباشرة (مثل حرق الشمس) ، ولكن معظم الحيوانات لها أنواع متعددة من مستقبلات متخصصة (أعضاء حسية) لتستقبل المؤثرات .

المستقبل هو خلية أو عضو له حساسية خاصة (بداية منخفضة) لبعض الأنواع الخاصة من المؤثر ، مثل العين للضوء والأذن للصوت . المستقبلات الخارجية تسلم المنبهات من الوسط الخارجى ، والمستقبلات الداخلية من داخل الجسم ، كما فى الجوع والعطش (أنظر أيضاً المستقبلات الذاتية ، فقرة ٩ - ١٤) . ألمبه يجعل المستقبل يولد نبضات عصبية تسرى على امتداد أعصاب إلى الجهاز العصبى المركزى ؛ وهذا الأخير يكمل المعلومات ثم يكون سيالات تحفز تراكيب طرفية ، أو مستجيبيات (عضلات ، غدد) ، لتسبب استجابات .

بعض المنبهات تدريجية ، والاستجابة بطيئة ، كما في البرودة التي تسبق العطس ؛ وبعض المنبهات الأخرى فجائية وتنتج استجابة سريعة ، مثل وخز الدبوس . فوق حد أدنى معين ، قد لا توجد علاقة كمية بين شدة المنبه ونوع أو حجم الاستجابات التي يحدثها (تأثير الكل أو العدم) ؛ هنا يتوقف على أنواع الخلايا أو الأعضاء المثارة وحالتها الفسيولوجية . العديد من المنبهات الضعيفة في تتابع سريع ، قد يحدث استجابة رغم أن كل منه على انفراد يكون ضعيفاً إلى الدرجة التي لا يحدث فيها تأثير ؛ ويسمى هذا التأثير المحصل . العضلات ، بإثارتها ، تنقبض لتنتج حركات ، وخلايا الغدد بإثارتها تصب الإفرازات المخلقة سلفاً بداخلها .

الأجهزة العصبية ٩ - ١ الخلايا العصبية والأعصاب

تتكون الأجهزة العصبية من خلايا عصبية ، أو نيورونات ، بزوائد خلوية تعرف بالزوائد الشجرية والمخروط الزوائد الشجرية تنقل السيالات تجاه جسم الخلية ، أما المخروط فتنتقلها بعيداً عن جسم الخلية . الخلايا العصبية على أنواع عديدة (شكل ١ - ٢) في أجهزة الحيوانات المختلفة وفي



شكل ٩ - ١ : الأجهزة العصبية في الحيوانات (أسود داكن) . (أ) حيوان هيدري ، شبكة عصبية خلال الجسم . (ب) دودة ملطحة ، عقد عصبية في منطقة « الرأس » ، حبلان عسيان . (ج) حيوان جلد شوكي ، حلقة عصبية حول القدم ، عصب وسطي في كل ذراع . (د) حيوان رخوي ذو مصراعين ، ثلاثة أزواج من العقد والوصلات العصبية . (هـ) دودة حلقة ، « غ » من عقد عصبية في الطرف الأمامي ، حبل عصبى يبنى مصمت مزدوج ، عقد قطعية وأعصاب . (و) حيوان مفصل القدم ، محال للودة الأرض . (ز) حيوان إقناري ، غ في الرأس ، حبل ظهري مجوف وحيد ، بأعصاب زوجية قطعية .

الأجزاء المتعددة في أى جهاز عصبي واحد . كل خلية عصبية هي خلية تشريعية واضحة ، ليس لها استمرار بروتوبلازمي مع الخلايا العصبية الأخرى ، وأيضاً واضحة فسيولوجياً . إصابة النواة أو جسم الخلية يحطم الخلية العصبية ولكنه لا يؤثر دائماً في الخلايا العصبية المجاورة . النيورون هو الوحدة الوظيفية للجهاز العصبي ، الذي يتركب أساساً من نيورونات في ترتيب منظم . وهي تكون حوالى ١٠ في المائة من خلايا الجهاز العصبي البشرى . الباقي يكون من خلايا الغراء ، التي لا تتكاثر ولكنها تدعم النيورونات فيزيائياً ، محتملاً أيضاً تغذيتها أيضاً ، ومن المعتقد أنها تساهم بنشاط في وظيفة المخ . بين أى خلتين عصبيتين مرتبطتين في الوظيفة ، يوجد اتصال دقيق ، أو تشابك هنا هو « صمام فسيولوجى » الذى يمرر سيالات عصبية في اتجاه واحد فقط ، من محور الليفة الحلية عصبية واحدة إلى الزوائد الشجرية لخلية أخرى . العصب يتركب من ليفة عصبية واحدة إلى عدة ألياف (محاور أو زوائد شجرية) مرتبطة مع بعضها بواسطة نسيج ضام ويشمل أوعية دموية وحمى بالأغذية والأكسجين .

٩ - ٢ السيل العصبى

السيل ، أو الجهد الفعال ، الذى يمر على بامتداد ليفة عصبية يتضمن كلا التغيرين الكيميائى والكهربى . وهو يستلزم طاقة ووجود أكسجين ، وينتج كمية ضئيلة ولكنها قابلة للقياس من ثالى أكسيد الكربون ، وأيضاً ارتفاعاً في درجة الحرارة . السيل يواصل التحرك بسرعة منتظمة بنفس الشدة . وتصحاح السيل موجه من تغير كهربي .

الليفة العصبية الساكنة (نيورون) مستقطبة كهربياً . السطح الخارجى لغشائها نصف المنفذ موجب نسبياً ، والداخلى سالب . والذى يسبب الاستقطاب ، وكيف يحافظ عليه ؟ أعداد الأيونات الموجبة هي تقريبا نفس أعداد الأيونات السالبة خارج وداخل الخلية ، ولكن تركيزات بعض الأيونات تختلف كثيراً ، توجد أيونات صوديوم (ص⁺) في السائل خارج الخلية ١٠ إلى ١٥ مرة أكثر منها داخل النيورون . ولكن أيونات البوتاسيوم (بو⁺) هي ٣٠ مرة داخل الخلية أكبر من خارجها . حركة الأيونات عن طريق الانتشار والنقل النشط والميزة المميزة لغشاء الخلية يمكن أن تفسر فرق الجهد . أيونات الصوديوم (ص⁺) تميل إلى أن تنتشر نحو الداخلى وأيونات البوتاسيوم (بو⁺) نحو الخارج في اتجاه تركيزاتها الأعلى . غير أن غشاء الخلية الساكنة أقل نفاذاً لأيونات الصوديوم عنه لأيونات البوتاسيوم ؟ هذا والاختلاف التركيزى يسبب دخول أيونات الصوديوم ببطء أكثر من خروج أيونات البوتاسيوم . والنتيجة هي زيادة في الأيونات السالبة بالداخل والموجة بالخارج . الاختلاف في تدرجات التركيز سوف يحثى تدرجياً إذا لم يكن « لمضخة الأيونات » المقترضة لجزيئات ناقلة بداخل الخلية . بواسطة النقل النشط ، يعتقد أن المضخة تحرك أيونات ص⁺ نحو سطح الخلية ، حيث تطرد بنفس سرعة تسربها نحو الداخل . أيونات بو⁺ تؤخذ من السطح إلى داخل الخلية .

كيف يُنقل السائل العصبي ؟ إذا استخدم منه كإفغ لغشاء الخلية ، فإن الاستقطاب يُزال عند المكان المنبه ، وتنتشر في الغشاء نحو الخارج موجة ذاتية البث من إزالة الاستقطاب ، تنتج الخلية نبضاً جلياً ذاتياً يضيغ منه الأصل . التأثير الفوري هو زيادة نفاذ ص⁺ ، وتبعاً لذلك يزداد فوراً تدفق أيونات ص⁺ أخرى والحركة نحو الداخل لكل تلك الأيونات الموجبة يخفض محلياً جزءاً من الشحنة السالبة الزائدة في الداخل - علاوة على ذلك مخفضاً الاختلافات في الجهد عبر غشاء الخلية وحينئذ ينحدر الجهد إلى مستوى مستهل السائل ، فإن أيونات ص⁺ تدخل كميات تجعل الجهد الداخلي موجياً . السائل العصبي الذي بدأ بذلك ، يغير نفاذية الغشاء في الحال فداً ، إلى حد أن أيونات ص⁺ تدخل في تعاقب إلى طرف الخلية . يعود الغشاء إلى الحالة الساكنة في الحال بعدما يمر السائل إلى مكان آخر . الاستقطاب يجدد بواسطة إندفاع خارجي لأيونات بو⁺ بعد وقت قصير من تدفق أيونات ص⁺ ، معدلة الشحنة السالبة الداخلية الأصلية .

الخلية العصبية لها إستجابة الكل أو العدم . إذا كان منه ما عند مستوى المستهل ، فإن السائل يسرى بطول النيورون بسرعة ثابتة ومدى منتظم . بإيصال جالفانومتر عند نقطتين بعصب معرض ، سوف يظهر سريان التيار ، أو الجهد الفعال . يمرور سائل تظهر دورة فجائية ، أو بروز ، ثم إنحدار بطيء . على الذروة توجد فترة انكسار (٠.٠١١ إلى ٠.٠٥٥ ثانية) لا يمكن خلالها لليفة المزال عنها الاستقطاب أن تستجيب إلى مؤثر آخر .

السائل العصبي يسرى بسرعة ٦ إلى ١٢ متراً في الثانية في جراد البحر ، ٢٨ إلى ٣٠ متراً في الثانية في الضفدع ، ويصل إلى ١٢٠ متراً في الثانية في ألياف بعض الثدييات . التوصيل في الألياف غير النخاعية أبطأ منه في الألياف ذات الغمد النخاعي ، وأبطأ في الألياف الصغيرة . يحدث تأخير قصير في المرور عند كل تشابك . السائل ، بوصوله إلى الأطراف دقيقة التفرع من محور الليفة ، يجعل الأخير يزيد من إفراز ناقل كيميائي (أو سائل عصبي) يحدث سميلاً في النيورون التالي . الأسيتيل كولين ينتج في كثير من نقاط التشابكات ، بما فيها تلك التي عند الاتصال العصبي العضل . على الأقل بعض التشابكات السيمبتوتية ، تكون مادة الناقل هي أيتفرين أو نورأيتفرين . الكميات المتزايدة من الأسيتيل كولين سوف تستمر في تنبيه النيورون التالي ، ولكن في الواقع هناك أنزيم هو الكولين استيراز يوقف نشاطه بسرعة .

الخلايا العصبية الحسية أو الواردة هي تلك التي توصل السائلات من المستقبلات نحو الجهاز العصبي المركزي ؛ والخلايا العصبية الحركية أو الصادرة ، توصل من الجهاز العصبي المركزي إلى العديد من المستجيبات . ومة نيورونات أخرى ضابطة في المخ والحبل العصبي توصل بشكل متباين بين نيورونات حسية وأخرى حركية . بعض الأعصاب تحتوي فقط على ألياف حسية ، وأخرى على ألياف حركية فقط ، والمديد أعصاب مختلطة تشمل كلا النوعين . المقدة العصبية ، هي وحدة تحتوي على أجسام الخلايا لقليل أو كثير من النيورونات ، وبعض العقد التي في المخ تعرف بالمراكز .

٩ - ٣ الأجهزة العصبية لللافقاريات (شكل ٩ - ١)

معظم الأوليات لا توجد بها تركيبات ، ولكن بعض الهدديات مثل البرامسيوم لها جهاز محدد من ليفات أو جهاز عصبي حركي (شكل ١٥ - ١٣ ب) ؛ ومن الجلي أن هذا يتسلم المنبهات ، يوصل السيالات ، وينسق حركات جسم الخلية . في الاسفنجيات ، الخلايا حول الفتحات (فوهات) في جدار الجسم تنقبض ببطء إذا لمست ، ولكن يبدو أن هذه استجابات محلية بدون انتشار حقيقي للخلايا القريبة . لا توجد خلايا أو تركيبات عصبية محددة . الهيدرا واللاسعات الأخرى لها شبكة عصبية منتشرة ، حول الجسم بداخل أو أسفل الطلائية ، ولكن لا توجد عقدة مركزية . الشبكة مكونة من خلايا شبكية ، لا تشبه النيورونات النموذجية في كونها متصلة ببعضها البعض بزوائد بروتوبلازمية . وهي تتصل بكلا المستقبلات (خلايا طلائية متحورة) في البشرة وقواعد الخلايا الطلائية العضلية التي تنقبض ببطء لتغير شكل الجسم . الشبكات العصبية أيضاً توحد في المشطيات ، الجلد شوكرات ، الأنترونيوستيا (نصف حليات) ، والأسيديا وحتى على الأوعية الدموية للفقاريات .

في الحيوانات جانبية التماثل ، يكون الجهاز العصبي خطياً ، يشمل عادة زوجاً أو أكثر من العقد أو محاً في الطرف الأمامي متصلاً بجبل عصبي أو أكثر يمتد للخلف خلال الجسم . الحبال العصبية لللافقاريات تكون كلها بطنية ومصمتة ، وتفر الأعصاب من العقد والحبال إلى الأعضاء المتنوعة . الديدان المفلطحة عادة (شكل ١٧ - ١) لها عقدتان أماميتان ، بأعصاب تنبج إلى منطقة الرأس ؛ وحبلان عصبيان منفصلان متصلان بواسطة وصلات عرضية . في الرخويات ، الحلقيات ، ومفصليات القدم ، تقع العقد الأمامية المزدوجة فوق وأسفل المريء متصلة بواسطة وصلات . الرخويات الأكثر تخصصاً تفتقر إلى حبال عصبية بطنية ، غير أن لها عقداً كبيرة متصلة بوصلات في الرأس ، القدم ، والأعضاء . في الديدان الحلقية ومفصليات القدم الأكثر بدائية ، التي تشمل بعض الحشرات ويرقاتها ، فإن الحبلين العصبيين البطنيين هما زوج من العقد وزوج أو أكثر من الأعصاب في كل عقدة من عقل الجسم . في القشريات العليا ، الحشرات ، والعنكبوتات ، تتركز العقد البطنية أماماً ، نجوم البحر والجلد شوكرات الأخرى لها جهاز عصبي مرتب إشعاعياً متناسباً مع تماثلها الإشعاعي .

٩ - ٤ الأجهزة العصبية للفقاريات

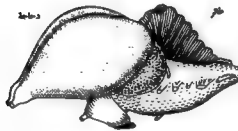
في جميع الفقاريات ، للجهاز العصبي منشأ جنيني مشابه (فقرة ١٠ - ١٧) وهو دائماً وحيد ، مجوف ، ويقع ظهرياً للفتحة المضنية . في الشكل الأساسي ، يتكون الجهاز العصبي من (١) الجهاز العصبي المركزي بمنح كبير أمامي (شكل ٩ - ٢) متصل بجبل شوكر أو عصبي (٢) الجهاز العصبي الطرفي من ١٠ أو ١٢ زوجاً من الأعصاب الخفية من المنح (جدول ٩ - ١) ، زوج من الأعصاب الشوكية من الحبل لكل قطعة جسم أولية ، الجهاز العصبي الناق أو السيميتواي (شكل ٩ - ٥) .

٩ - ٥ المخ

المخ يأويه « صندوق المخ » أو محفظة المخ . في المنظر الظهري ، يشمل في الفقاريات الدنيا (١) فصين هيين بأعصاب للرف الأنفية ، (٢) فصين غنيين متصلين بإحكام مع الجزئين السابقين وأيضاً ملتصقين مع (٣) المخ البيني الوسطى . وخلف هذا يوجد فصان خلفيان بصريان مستديران ؛ مدعمان فوق (٤) المخ الأوسط أسفلهما ؛ ويتبعهما (٥) غنيخ صغير عرضي ؛ وهذا يقع فوق (٦) النخاع المستطيل المفتوح إلى أعلى ، والذي يسترق ليتصل بالجبل الشوكي (شكل ٩ - ٢) . المخ البيني له جسم صنوبري ظهري أو كاردوس (*epiphysis*) . أسفل المخ البيني يوجد التصلب البصري (تقاطع العصين البصريين) ، يتبعه القمع كروز مثلث غير حاد ، متصل بالغدة النخامية عن طرفه الخلفي .

التجوييف لمداخل المخ هي البطنان الأول والثاني في الفصين الخيخ ؛ وهذان يتصلان بطين ثالث في المخ البيني . من الأخير تؤدي قناة سيلفيس المائية الصغيرة إلى البطين الرابع الموجود في النخاع . البطين الرابع متصل مع قناة مركزية دقيقة خلال الجبل الشوكي . السائل الشوكي يملأ البطينات وتجوييف أخرى ويحيط بالمخ . التبادلات الأيضية للمخ تؤدي عن طريق شرايين وأوردة على سطحه وعن طريق شبكتين كثيفتين من الأوعية الدموية ، هما الصغيرة المشيمية الأولية فوق فتحة ظهيرة في المخ البيني ، والصغيرة المشيمية الخلفية فوق النخاع . المخ والجبل الشوكي محاطان بششائين ، غشاء سميك ، الأم الجافية ملاصقة للعظم المحيط ، وغشاء رقيق الأم الحنون ، ملاصقة فوق النسيج العصي نفسه . تمتد عشرة أزواج من الأعصاب الخفية من الأجزاء المتعددة للمخ إلى الأعضاء الحسية ، العضلات ، والتركيبات الأخرى (جدول ٩ - ١) . في القرش اليافع والصفدع ، أجزاء المخ تكون في ترتيب خطي (شكل ٩ - ٢) . في الفقاريات العليا ، يصبح جذع المخ الأول ، ملني أو مثني ، ويصبح المخ والخيخ كبيرين بدرجة كبيرة (شكل ٩ - ٢) إلى أن نصل إلى الثدييات وبالتالي في الإنسان (٩ - ٣) فنجد أن المخ يعلو جميع الأجزاء الأخرى . علاوة على ذلك ، فإن المادة السنجابية الخارجية ، أو القشرة ، للمخ سمكة وتزداد في المساحة ، لدرجة أنها تصبح مثنية أو ملتوية في الإنسان ، تحتوي هذه المادة على عدة ملايين من النيورونات وتشابكاتها مكونة حوالي ثلاثة أرباع وزن الجهاز العصبي كله . وهذا الجزء مختص بدرجة كبيرة بإدراك الأحاسيس والأفعال ، بتسجيل الذاكرة ، وبالحفيز ولكن كل هذه الخواص الذهنية متأثرة أيضاً بأجزاء أخرى من الجهاز العصبي المركزي . تحطم المناطق القشرية بخلاف المراكز الحركية ، الحسية ، أو اللغوية لا يؤدي دائماً إلى تغيرات سلوكية واضحة . ثلاث مناطق اقتران رئيسية ، الجيبية ، الصدغية ، والجدارية المؤخرية ، تتصل بالمناطق القشرية . الذاكرة المتعلقة بالخبرة الحسية ، قد تخزن في مناطق اقتران . مثال ذلك ، المنطقة المستقبلية للرؤية تترك الألوان لصورة زنية ، ولكن منطقة اقتران الرؤية المجاورة تلتزم بتمييزها كمنظر طبيعي . الزيادة في حجم القشرة بين الفقاريات العليا متعلقة بالحفاظ على قدراتها الذهنية الأكبر . غير أنه لا توجد علاقة حقيقية بين حجم المخ والذكاء . الخيخ مختص بالترابط بين الحركة والوضع . وهو يبدى نمواً خاصاً في الحيوانات التي

تكون حركاتها سريعة وتحتاج إلى تأزر دقيق .



شكل ٩ - ٧ : المخ في عقاربات نموذجية ، موضحة زيادة مطردة ، وبالأخص في النصفكرويين الشين ولي
الشيخ . القصور الشمية ، صالحة بدون تقليل ؛ المخ ، منقط بنقط دقيقة ؛ القنوات والقصور البدية ، منقط
بنقط كبيرة ؛ قاع المخ الأوسط ، خطوط موجة ؛ الشيخ ، خطوط رأسية ؛ النخاع المستطيل ، شرط أفقية ؛
الجسم النخاعي ، أسود . جفون الأعصاب الحسية مينة .

٩ - ٦ الحبل الشوكي والأعصاب (شكل ٩ - ٤)

المادة البيضاء الخارجة للحبل الشوكي تتركب من حزم من ألياف نخاعية توصل بين الأجزاء المختلفة من المخ وأنوية الأعصاب الشوكية ونيورونات منظمة . المادة السنجابية الداخلية تحتوى على نيورونات منظمة وأنوية نيورونات حركية ؛ أنوية النيورونات الحسية توجد في عقد الجذر الظهرى للأعصاب الشوكية . إذا قطع الجذر الظهرى لمصب شوكة ، فإن أية سيالات حسية من الألياف الداخلة تفشل أن تصل إلى الحبل والمخ . تحطم الجذر البطنى ، يعوق كل التحكم الحركى بواسطة ألياف في هذا العصب . الجذر البطنية تصاب أو تتلف بشكل متباين في شلل الأطفال ، مؤدية إلى تعطيل الوظيفة العضلية .

جدول ٩ - ١ : الأعصاب اتية الزوجية في الفقاريات

ترقيم واسم العصب	منشأ العصب (في المخ)	التوزيع (اتصالات عصبية)	الوظيفة (أساسا في الإنسان)
I الحسى	القصر الشمى	الطالاة الشمية في	حسى : الشم
II البصرى	(أو البصلة) المخ البصرى على المخ الأوسط	التحوير المغزوى شبكة العين	حسى : الرؤية
III محرك العين	قاع المخ الأوسط	العين : ٤ عضلات لكرة العين ، أيضا القرنية ، الصلبة ، الجفن العلوى	حركى : حركات كرة العين ، القرنية ، الصلبة ، وجفن العين
IV الكرى	قاع للمخ الأوسط (ينشأ ظهريا)	العين : الصلبة الخلفية الصليا لكرة العين	حركى : دوران كرة العين
V التوائى اللاثلى	جانب الدماغ	قبة وجوانب الرأس الوجه ، الفكوك ، الأسنان	حسى : الشعور على جبهة الرأس ، فروة الرأس ، جفن العين العلوى ، جانب اللسان ، في الأسنان حركى : حركة اللسان والعضلات المستخدمة في المضغ
VI الجذع	جانب الدماغ	العين : العضلة المستقيمة الخارجية لكرة العين	حركى : دوران كرة العين
VII الوجهى	جانب وقاع الدماغ	اللسان (٧ الأمامية) ، عضلات الوجه ، للمضغ والرقبة	حسى : اللقوى حركى : التمدد الوجهى ، المضغ ، حركة الرقبة
VIII الحسمى (الصوت)	جانب الدماغ	الأذن الداخلية : (١) عضو كورفى في القوقعة (٢) القنوات نصف الخلاقية (٣)	حسى : (١) السمع (٢) التوازن

IX السال الجانب المخاع الحسوس X الحفر جانب وقاع (ولوى معدى) المخاع	اللسان ($\frac{1}{2}$ الأخير) ، اللسان القاطي وعضلات البلعوم ، البلعوم ، الأحيال الصوتية ، الرئفت ، القلب ، المريء ، اللسان والأعضاء	XI الشوكى قاع المخاع الثانوى XII تحت لسان قاع المخاع
حسى : الطول واللمس حركى : حركات البلعوم ، حسى : الأحيال الصوتية ، الرئفت ، حركى : البلعوم ، الأحيال الصوتية ، الرئفت ، المريء ، المعدة ، القلب ، بطء ضربات القلب . حركى : عضلات البلعوم ، الحنجرة ، والحنق حركى : حركات اللسان	عضلات سفلى الحلق - الحنجرة ، الأحيال الصوتية ، والحنق عضلات اللسان (والرئفة)	

. غير موجودة في الوماليت ، الأسماك ومسطويات القمم .

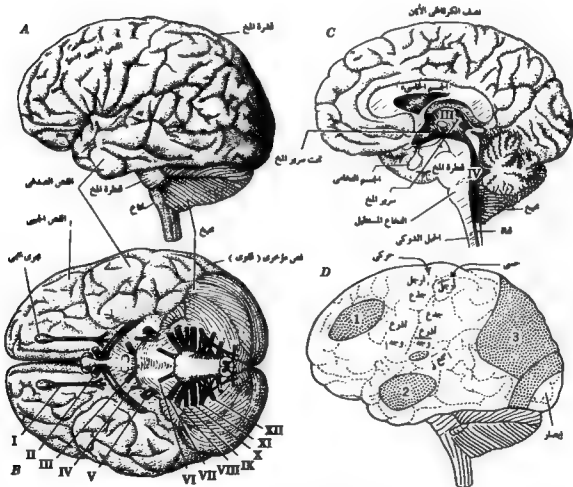
٩ - ٧ المسارات الحسية

بعدما يصل السال إلى التخاع الشوكى ، فإنه يتبع مسارات حسية خاصة إلى مراكز عليا - وهذه تختلف بالنسبة للأنواع المتنوعة من المنهات . إصابة العمود الشوكى تحدث فقداناً للإحساس على السطح المصاب في حالة اللمس والضغط ، وعلى الجانب المقابل في حالة الألم ودرجة الحرارة . في الوضع الأول ، تدخل النيورونات الواردة لللمس والضغط إلى التخاع الشوكى ، وفي الحال تنجبه إلى أعلى على نفس الجانب للتخاع المستطيل ، هنا ينتقل السال عبر تشابك وينشط خلية عصبية ثانوية ، التي تعبر محاورها التخاع وتنجبه لسرير المخ لتنتهى هناك . هذا التركيب ، في جذع المخ ، يعمل كمحطة ترحيل حسى ؛ من هناك يُرسل السال إلى قشرة المخ للإدراك الواعى والتكامل .

المسار لمنهات الألم ودرجة الحرارة يكون خلال الجذور الظهرية ، ماراً إلى نيورونات واردة ، ومتنبهاً في القرن الظهرى للسادة السنجابية . ماراً بتشابك ، يدخل السال النيورون الثانوى الذى يعبر الحبل الشوكى عند نفس المستوى ثم تنجبه إلى أعلى على الجانب المقابل للمستقبل الحسى الأصل ، ويصعد إلى ما بعد التخاع مباشرة إلى سرير المخ . من هناك يتبع البض طريقاً مماثلاً لذلك الموصوف لللمس والضغط ، متنبهاً في قشرة المخ . ثم يلاحظ أنه و كلتى الحالتين ، يوجد عبور بين المستقبل الحسى وقشرة المخ ، ولو أنه عند مستويات مختلفة . وعلى ذلك ، فإن إصابة جزء من قشرة المخ ، كما في التزيف الحفى ، يحدث فقداناً في الإحساس على الجانب المقابل للجسم . جميع النيورونات الموجودة دائماً ، تنمو مبكراً في حياة الفرد ، ولكن استحداثات جديدة ومسارات تتكون طوال الحياة تبعاً لأنواع وشدة المؤثرات المستقبلية وبوع السلوك المتكون . يوجد تركز وظيفى لأنواع معينة من الظواهر الحسية والحركية في القشرة ؛ وقد تأكد ذلك (شكل ٩ ٣ د) جزئياً بالتجربة وجزئياً بدراسة تأثيرات إصابات المخ .

٩ - ٨ الجهاز العصبي الذاتي (شكل ٩ - ٥)

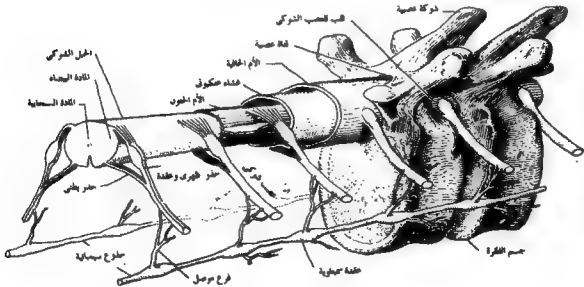
الأعصاب البدنية (الحية ، الشوكية) تتصل أساساً بالعضلات الهيكلية وتوجه تفاعل الحيوان مع بيئته . على التقريب ، الجهاز العصبي الذاتي ، المكون من العقد والألياف المتصلة بجميع العضلات الملساء ، والغدد ، والأحشاء ، يختص بالوسط الداخلي للجسم . وهو يتحكم في الوظائف الروتينية (الحضرية) مثل معدل الأيض ، عمل وإيقاع العضلات الداخلية ، والحفاظ على حالة ثابتة (اتزان بدني) للمكونات في الدم ، الليمف وسوائل الجسم . في الطيور والثدييات ، الجهاز العصبي الذاتي ينظم بإحكام درجة حرارة الجسم عن طريق زيادة الأيض وانتفاش الريش أو القراء في الطقس البارد ، أو عن طريق تعزيز فقدان الحرارة في الجو الدافئ .



شكل ٩ - ٣ : أ) الجانب الأيسر . (ب) السطح العلوي . XII-I أعصاب رأسية . (ج) قطاع وسطى . IV, III . طبقات . (د) الجانب الأيسر ، موضحاً تركز بعض الوظائف على سطح فقرة الماع . المناطق المراقبة (٩ إلى ٣) منطقة .

الجزء الصدري . القطنى ، أو السمتاوى ، يشمل سلسلتين طويلتين من عقدة متصلة على امتداد الفقرات الجذعية والأورطى . الألياف الصادرة من النخاع الشوكى تمر فى الأعصاب الشوكية لتدخل العقد السمتاوية كالألياف قبل عقدية . بتركها العقد ، كألياف بعد عقدية ، فإن تلك الألياف لكل مجموعة تتحد كضفيرة ، ثم تتوزع للأعضاء المختلفة ، كما يحدث مع الأعصاب من الضفيرة الجوفية للمعدة ، الكبد ... إلخ . الألياف السمتاوية الواردة تمر مباشرة من الأعضاء إلى الجنور الظهرية للأعصاب الشوكية ويدخل الحبل الشوكى . ونمة ألياف أخرى تتصل بالعضلات الناصبة للشعر ، بالغدد العرقية ، وبالأوعية الدموية الصغيرة . الجزء الخفى العجى ، أو الجهاز جار السمتاوى ، يشمل على ألياف فى بعض الأعصاب الخفية ، إلى قرحة العين (III) الغدد والأغشية المخاطية للتم (V و VII) ، والقلب ، الرئتين ، المعدة ، والأمعاء الدقيقة العليا (١٠ أو الخائر) ؛ وألياف أخرى من الأعصاب العجيرة تتصل بالأعضاء فى البطن السفلى .

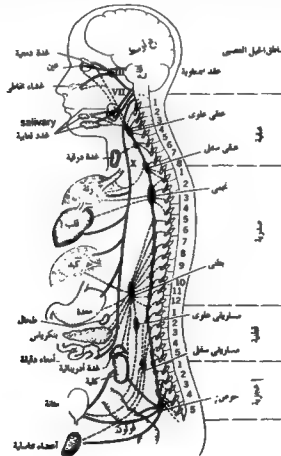
معظم الأعضاء الحشوية والبعض الآخر تغذى بواسطة كلى الجهازين ، والإثنان لهما تأثيرات مضادة إلى حد ما . الجهاز جار السمتاوى يستط إفراز اللعاب والعصائر الهضمية ، يزيد النشاط المضط للأمعاء ، ويقلص الشعيات فى الرئتين ، يخفض درجات القلب ، ويقلص حدة العين ويضبط العين للرؤية القريبة ، وعلى القيقض ، فإن السمتاوى يزيد ضربات القلب ، يقلل العمل المعوى المعدى ، يوسع الشعيات ... إلخ . مع إردىاد إفراز الإيسغري من الغدد فوق الكلوية (فقرة ٨ - ٨) ، فإنه أيضا يعيى مصادر الجسم للطوارىء - الخوف ، الحرب أو القتال ، والإصابة ، الإيسغرين يضيق الأوعية الدموية للجلد والأحشاء ، يوسع تلك للقلب والعضلات الهيكلية ، يطلق الجلوكوز من الكبد لأبيض العضلات ، ويقلل وقت التحلط فى الدم .



شكل ٩ - ٤ : الحبل الشوكى فى الإنسان ، الأعصاب الشوكية ، والجهاز الحسى السمتاوى وعلاقاتها بالفقرات ، والأغشية (سماليا) حول الحبل .

أعضاء المجلس

المستقبلات التي تمنح الأحاسيس الواعية تسمى أعضاء الحس (شكل ٩ - ٦) . وظائف هذه الأعضاء معروفة جيداً فقط في الإنسان ؛ لا يمكننا دائماً أن نحدد وظائفها عن يقين ، في الحيوانات الأخرى . الحواس الخاصة في الإنسان هي كما يلي : اللمس ، متضمناً التلامس ، الضغط ، الحرارة ، والبرودة ؛ التذوق ؛ لبعض المواد مذاقة ؛ الشم ، للكيمويات الطيارة والغزرات في الهواء ؛ السمع للذبذبات في الهواء ، الماء ، أو المواد الصلبة ، والرؤية ، لموجات الضوء . بالمقارنة مع الإنسان ، فإن للكلب حاسة شم دقيقة ، فقط يسمع الأصوات ذات الطبقة العالية ، النمر له رؤية حادة ، ونحل العسل يستجيب للضوء أبعد من البنفسجي لكن لقليل من الأحمر . التركيبات الحسية تقع بحيث تقابل الوسط ، فتكون حول الجسم في الحيوانات المثبتة ، ولكنها تكثر أماماً في الأنواع ذات القوائم الجانبي .



شكل ٩ - ٥ : الجهاز العصبي الذاتي في الإنسان واتصاله بالجهاز العصبي المركزي والأعضاء الداخلية ؛ رسم تخطيطي مبسط . الجذع السمبتي والقدر الرئيسية (بطنية .. الخ) ، منطقة ذاكية ، الأعصاب السمبتيوية ، عـطـوط منقطـة ؛ الأعصاب جـاز السمبتيويـة ، عـطـوط مـعـصـمة قـلـبية ؛ الأعصاب اقـرية ، X, IX, VII, III ؛ الأعصاب الشوكية رقت لكل منطقة من الحبل الشوكي .

٩ - ٩ - اللمس

المستقبلات اللمسية شائعة على زوائد الالامعات والديدان الحلقية ، وعلى قرون استشعار مفصليات القدم ؛ وتلك الأخيرة لها عادة شعر على الجسم (شكل ٢٢ - ٣ د) . في الفقاريات ، توجد مستقبلات لمسية على معظم السطح الخارجى . بعضها هى نهايات أعصاب حرة ، والأخرى هى كرات خاصة تحتوى على نهايات أعصاب حسية (شكل ٩ - ٧) . فى الإنسان هى أكثر حساسية توجد على مسافات متقاربة فوق الشفاة ، الوجه ، والأسطح الكفية للأصابع . عند طرف الأصبع يمكن الكشف عن ضغط ٣ جرام فقط لكل ملليمتر مربع ، ونقطتان على بعد ٢,٣ ملليمتر (بداية ٢ نقطة) تسلمان أحاسيس منفصلة . فى حين أنه على ظهر الجسم تكون الحدود الدنيا هى ٤٨ سم ، ٦٧ ملليمتر .

٩ - ١٠ - التذوق والشم

يوجد إحساس كيميائى عام نحو الكيمويات المهيجة فى فم الإنسان وتجاويف الأنف ، وعلى كل الجسم فى البرمائيات ، الأسماك ، وكثير من الحيوانات المائية الأخرى . التذوق أو حاسة الذوق ، هى الإدراك الحسى للمواد المذابة بواسطة براعم التذوق . وتلك هى مجموعات من مستقبلات ضيقة ذات أطراف رقيقة فى ثقب خارجى صغير (شكل ٩ - ٨) . وتوجد عادة فى الفم أو حوله ، ولكنها توجد على الجسم فى الأسماك القبطية وسماك الشبوط وفوق رسغ القدم فى أبو دق . براعم التذوق فى الإنسان تميز الحلوى ، الأملاح ، الأحماض ، والمواد المرة (شبيهة القلوية) ولكنها تختلف فى الحساسية تبعاً للتركيزات فى المواد المختلفة التى يمكن اكتشافها : سكر القصب : جزء فى ٢٠٠ ؛ ملح المائدة ، واحد فى ٤٠٠ ؛ حامض أيدروكلوريك ، واحد فى ١٥,٠٠٠ ؛ استركتين ، ١ فى ٢,٥٠٠,٠٠٠ . أعضاء الشم فى الأسماك والحيوانات المائية الأخرى تستجيب مثل براعم التذوق للمواد المذابة فى الماء .

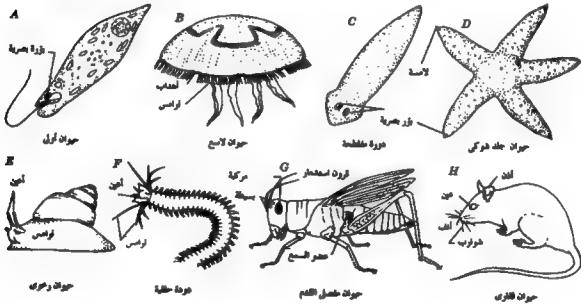
وبراعم التذوق ، بجانب وظيفتها العادية ، قد تساعد فى الحفاظ على استقرار الوسط الداخلى للجسم . فالفقران التى تتغذى من التغذية التجريبية أو النقص فى إفرازات الغدد الصماء ، حيناً تمنح الخيار بين الأطعمة والسوائل ، فإنها تختار تلك التى تحتوى على المواد التى تحتاجها .

الشم - - التذوق عن بعد - - يعتمد فى الإنسان على خلايا عصبية رقيقة بأطراف مكشوفة مباشرة ، فى أغشية مخاطية إلى أعلى فى التجويف الأنفى (شكل ٩ - ٩) . التيارات الدوامة من الهواء تحمل مواد اطيارة مباشرة نحو تلك الأطراف الخلوية ، التى لديها حساسية أكبر بكثير من براعم التذوق . الإنسان يمكنه الكشف عن زيت النعناع عند ٠,٠٢٤ ملليجرام فى كل لتر من الهواء ، والمسك الصناعى عند ٠,٠٠٤ ملليجرام فى كل لتر . كثير من تذوقنا للطعام يعتمد على الرائحة ، كما يتضح من الحقيقة أنه حينما يسبب البرد احتقاناً فى الأغشية الأنفية ، فإن تذوق جميع الأطعمة يشابه كثيراً . حاسة الشم أكثر دقة بشكل متسع بين الثدييات البرية والحشرات ، وتقدمها بشكل

متباين في الثور على طعامها ووليفها وأحياناً في تجنب أعدائها المفترسة . في بعض القراش ، قد تجذب رائحة الأنثى الذكر على بعد ميل أو أكثر .

٩ - ١١ التوازن

حويصلة التوازن (شكل ١٨ - ١١ ب) هي عضو صغير للتوازن ، فيه تترقد حبيبة بين زوائد تشبه الشعر فوق خلايا حسية . تغير وضع الحيوان بأق بالحببية ، أو حصة التوازن ، تجاه واحد من المستقبلات ، التي توصل سيالاً ميبناً وضع الجسم بالنسبة للجاذبية . في الرخويات ، تكون ، حصة التوازن عبارة عن تحرك كلسي صغير ، في حين أنها في جراد الماء (قرة ٢١ - ١١) عبارة عن حبة من الرمل تؤدي هذه المهمة . بعض الحيوانات المائية لها أعضاء توازن تساعد في التوازن بواسطة حساسيتها للتغيرات الصغيرة في الضغط . المثانات الهوائية وقضاعات الهواء تؤدي وظيفة التوازن في كثير من الأسماك والحشرات المائية .



شكل ٩ - ٦ : وسائل حسية وأعضاء الحس في أنواع عديدة من الحيوانات . (أ) حيوان لولي (يوجلينا) ، « أذن بصرية » . (ب) حيوان لاسع (حيوان هلامي) ، أهداب ولوامس . (ج) دودة مفلطحة (حاجسيا) ، أذن بصرية . (د) حيوان جلد شوكي (نجم البحر) ، أذن بصرية على أطراف الأفرع . (هـ) حيوان رخوي (قورق لرضي) ، أعين ولوامس فوق الرأس ، (و) دودة حلقة جوده الرمل ، أعين ولوامس فوق الرأس . (ز) حيوان مفصل القدم (جراد) ، كلا الأعين للمركبة والسيطة وقرون الاستشعار على الرأس ، أعضاء السمع فوق الصدر . (ح) حيوان قفاري (ثديي) ، أعين ، آذان ، أنف ، أهداب شعر . (ص) (شواوب) فوق طرف الرأس .

الأذن الداخلية لمعظم الفقاريات لها ثلاث قنوات نصف دائرية مملّية (شكل ٩ - ١٠ أ) ، في ثلاثة مستويات منفصلة ، كل منها بانتفاخ ، أو أمبولا ، يحوى على عضو توازن يشبه حويصلة التوازن ، به من واحدة إلى كثير من حبيبات كلسية فوق « خلايا شعرية » حساسة . إمالة الرأس أو تحوّل الجسم يزعج الحبيبات أو يسبب حركة السائل في واحدة أو أكثر من القنوات . وبالتالي فإن هذه تثير الخلايا الشعرية التي تتصل بأعصاب وتحدث حركات عضلية منعكسة التي وفقاً لها يحتل الجسم .

٩ - ١٢ عضو السمع

في معظم الثدييات (شكل ٩ - ١٠) له كأس خارجي يجمع للصوت (صوان) حول قناة أذن خارجية أنبوية . عند طرف القناة ، تعمل موجات الصوت على ذبذبة طبلة الأذن ، أو غشاء الأذن . هذه الحركات تضخم وتوصل بواسطة ثلاث عظيمات سمعية (المطرقة ، السنبلان ، الركاب) لتنتج ذبذبات في السائل الذي يملأ القوقعة الحلزونية للأذن الداخلية . في الأخيرة ، يوجد عضو كورتى (شكل ٩ - ١٠) متكوناً من غشاء قاعدى يحوى على ألياف ذات أطوال مختلفة ، صفوف من خلايا شعرية ، وغشاء غطائي متدل . ذبذبات ذات تردد معين تؤثر في ألياف قاعدية خاصة ، وبذلك تحرك الخلايا الشعرية المتوافقة صعوداً ونزولاً . حيناً تلامس الشعيرات الغشاء الغطائي ، تتولد سيالات عصبية ثم تنتقل بواسطة العصب السمعي إلى المخ . الفقاريات الأرضية الدبنا ليس لها صوان أذن ، القوقعة فيها قصيرة جداً أو هي ممثلة بواسطة بروز صغيرة (قنبية) ، وعظمة واحدة (عويمود) تحمل عمل العظيمات الثلاث . أذن الإنسان تستجيب لترددات حوالى ٣٠ إلى ١٥,٠٠٠ أو أكثر في الثانية بين اللافقاريات ، توجد مستقبلات الصوت أساساً في حشرات معينة (شكل ٢٢ - ١ ؛ فقرة ٢٢ - ٩) .

٩ - ١٣ الضوء والرؤية

مستقبلات الضوء الحساسة للضوء توجد في ديدان الأرض ، وتوجد « بقع عينية » على لاسعات مختلفة ورخويات . من هذه التركيبات البسيطة ، قد نشأت أنواع مختلفة من العيون . بين مفصليات القدم ، يوجد كلا العين البسيطة والمركبة (أشكال ٢١ - ٦ ، ٢١ - ١٣ ، ٢٢ - ١) . الأخيرة تتركب من أعين منفصلة عديدة بعدسات مرتبة مثل فينساء . الرخويات الرأسمدية لها أعين تشبه كثيراً تلك التي للفقاريات ، ولكنها تنشأ بطريقة مختلفة .

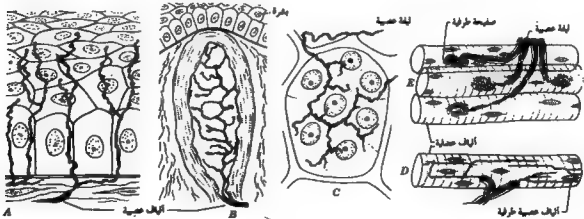
العين هي أكثر الأعضاء الحسية تعقيداً بين الفقاريات ، وتستجيب للضوء أو الإشعاع الكهرومغناطيسى ذى ترددات معينة (شكل ٩ - ١١) . كرة العين تقع في حجاج العين ، أسفل جفون العين ؛ وهي تتحرك بواسطة - ست عضلات متصلة بسطحها الخارجى . تركيبها متناظر مع تركيب آلة التصوير ، فلها عدسة محدبة المجهتين شفافة تكون صورة على الناعل الحساس .

الطبقة الصلبة الخارجية ، مكونة من نسيج ضام ، تمد بمحفظه دعامة ، بالقرنية كواجهة شفافة .
الطبقة التالية أو المشيمية تشمل أوعية دموية وكثيراً من الصبغ الأسود ليدخر كل الضوء الذى يدخل من الأمام .

الطبقة الداخلية أو الشبكية تحتوى على العصي والمخاريط ، وهى مستقبلات الرؤية ، التى تتصل بالمصب البصرى (المخى الثانى) . العصي (حوالى ١١٥ مليون فى عين الإنسان) تكون الأحاسيس غير الملونة فى الضوء الضعيف ، فى حين أن المخاريط (٦,٥ مليون) نشطة فى الضوء الساطع وحساسة للضوء الملون . بداخل القرنية يتخصص جزء من طبقة المشيمية كقزحية ، وهى قرص ملون بفتحة مركزية أو إنسان العين ، التى خلالها يدخل الضوء إلى العدسة المستديرة خلفها مباشرة . إنسان العين ينعقبض أو يتسع لتنظيم كمية الضوء التى تدخل العين . العدسة تركز الضوء على الشبكية . المسافة أمام العدسة تحتوى على سائل مائى رقيق وتلك خلفها ، تحتوى على سائل رجاجى جيلاتينى ، وكلا السائلين يعمل على الحفاظ على هيئة كرة العين .

بعد التعرض للضوء الساطع ، يلزم بعض الوقت للتأقلم على الرؤية فى الظلام (الرؤية فى ضوء ضعيف جداً) . تحتوى العصي على صبغ الرؤية ، أرجوان بصرى ، أو رودوبسين ، الذى يبيض بواسطة الضوء ويجب أن يكون موجوداً للرؤية فى الضوء الضعيف . النقص الحاد فى فيتامين أ يتدخل فى التأقلم فى الظلام ، مسبباً « عى ليل » .

يوجد ثلاثة أنواع من المخاريط تستجيب للضوء الأحمر ، الأخضر ، والأزرق ، وكذلك للألوان الوسطية بالاتحاد بين الألوان . كلا العصي والمخاريط تحتوى على أصباغ ضوئية ، تتأثر بالضوء

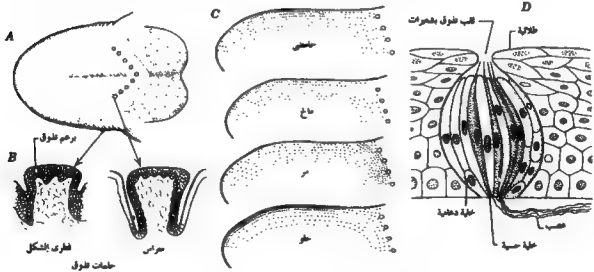


شكل ٩ - ٧ : مستقبلات ومستجبات ، الأعضاء النهائية المتصلة بالأعصاب الحسية والحركية . (أ) نهايات عصبية حسية حرة فى قرنية العين . (ب) كرة غايستر (حسية) تحت بشرة الإنسان . (ج) نهايات عصبية فوق علية غدية فى البكرياس . (د) ألياف حركية على العضلات فى الحفدع . (هـ) صفائح طرفية حركية فوق ألياف عضلية فى الأرب (من كاجال ، علم الأنسجة . حركة وليامز ، ويلكنز .

والسيلات العصبية المجددة . الصبغ الضوئي يتكون من جزئيه حامل اللون متصل ببروتين ، أوبسين . حامل اللون هو شكل مختلف من فيتامين أ . الأوبسين ، وهو مختلف لكل نوع من مستقبلات الضوء ، يحدد نوع الحساسية لصبغ الضوء . الضوء الذي يسقط فوق صبغ الضوء يغير حامل اللون ، الذي يتفصل عن الأوبسين . في الإعادة ، تنعكس هذه العملية . عين الإنسان حساسة لطيف مرئي من البنفسجي إلى الأحمر (٣٩٧ إلى ٧٢٣ ن م ، والأكثر حدة عند ٥١٠ ن م = أصفر) ؛ وهي لا تستطيع أن تترك ذبذبات لأطوال موجية أخرى . التركيز في الثدييات ، الطيور ، والسحالي يتم بواسطة تغير في انحناء العدسة من خلال فعل العضلة الهدية ، في حين أنه في فقاريات أخرى عديدة تتحرك العدسة أماماً وخلفاً كما في آلة التصوير . حجم الفتحة أو إنسان العين في حجاب القزحية ، الذي يسمح للضوء بالمرور نحو الداخل ، يتغير انعكاسياً تبعاً لكثافة الضوء . كثير من الثدييات ، بعض الطيور ، وقليل من الفقاريات الأخرى ، لها رؤية ثنائية العينين في كون كلتا العينين يمكنهما أن تركز على شيء في جزء من مجال الرؤية . مثل هذه الرؤية تسهل على اكتشاف التحركات في خط الرؤية وتمكن الإنسان وبعض الحيوانات من الحكم على المسافات بدقة .

٩ - ١٤ المستقبلات الذاتية

يوجد عدد من « أعضاء الحس » في العضلات ، الأربطة ، الأنسجة الضامة ، والأنسجة الهيكلية ، التي لا تنتج إحساسات محددة جيداً ولكنها تساعد على التنسيق بين أوضاع الأطراف



شكل ٩ - ٨ : ميكانيكة التفوق في الإنسان . (أ) سطح ظهري للسان . (ب) نوعان من حلقات التفوق في قطاع ومكبرة . (ج) الإحساس النسي فوق اللسان لأربعة تفوقات . (د) قطاع في برعم تفوق ؛ مكبر وتغطي . (ج) عن بركر ، الشم ، الطوق ، والحواس المرتبطة بها في الفقاريات ، ج ، ب شركة لينكوت)

وتختص عادة بما يعرف « بحاسة الإحساس بالحركة » . هذه هي المستقبلات النائية . الفعل البسيط من لمس جزء معين من الجسم حيناً تكون العين مغلقة ، يعلم بواسطة التدريب ويستلزم ذاكرة غير واحة عن التواترات الحقيقية وتنحية العضلات اللازمة لوضع الإصبع في البقعة الصحيحة . الطريقة نفسها تستخدم في بعض الأفعال المعقدة التي ، طالما علمت ، تؤدي بلا وعي ، كما في لعب البيانو ، التزحلق ، أو الكتابة على الآلة الكاتبة . إلى حد ما المستقبلات النائية مسؤولة عن الحفاظ على الوضع .

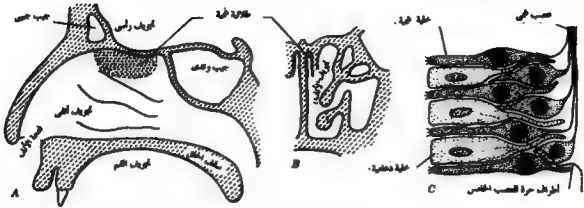
سلوك الحيوان

الكثير من سلوك الحيوان يمكن شرحه بتعبيرات المؤثرات والاستجابات كما هو مناقش في صفحات سابقة ، ولكن الموضوع يصبح معقداً عند التعامل مع الحيوانات العليا والإنسان . علماء الفسيولوجيا ، وعلماء البيئة ، وبالذات علماء النفس عملوا الكثير لتقديم المعرفة في هذا المجال ، ودارسو التطور يعتبرون أن السلوك لأي حيوان هو مجرد صفة مميزة مثل تركيبه وقد تطور بنفس الطريقة .

٩ - ١٥ أنواع الاستجابات

كل نماذج الاستجابة هي ثمرة تفاعل الوراثة والبيئة . بعض الاستجابات موروثة بدرجة كبيرة ، والبعض يتعلم بدرجة كبيرة ، ولكن الكل يحوى كل العناصر الجينية . بعض الاستجابات في الحيوانات يمكن تصنيفها بسهولة ، ولكن الكثير منها لا يمكن تصنيفها ، لأنها تختلف عن بعضها البعض في الدرجة وليس في النوع . بين الحيوانات الدنيا ، نرى الكثير منها غير متغيرة ، في حين أنه في الأنواع العليا تسود الاستجابات المتغيرة . الأميبا تبدي العديد من الاستجابات الثابتة ؛ ومع ذلك فيمكنها أن تتعلم بطريقة بسيطة . سلوك الإنسان متغير بدرجة عالية ، ولكن البشر هم العديد من الاستجابات الثابتة واللاإرادية .

نوع الإستجابة غير المتغيرة أساساً ، الذي بواسطته يوجه الحيوان نفسه تجاهه أو بعيداً عن منه معين ، يسمى انتحاء *taxis* . (التصر انتحاء : "tropism" يُقرَد الآن للحركات الاستثنائية للنباتات) . السمكة التي تتقدم ضد التيار حتى يتأثر جانبها بالتيار بواسطة الماء المتدفق ، تبدي انتحاء إيجابياً للتيار ، والحشرة التي تتسلق مباشرة لأعلى في عكس الجاذبية الأرضية يقال أنها تبدي انتحاء سلبياً للجاذبية . الفراشة التي تطير مباشرة نحو الضوء هي إيجابية الضوء أو تبدي انتحاء إيجابياً للضوء ، في حين أن العرصور الذي يسرع إلى مكان مظلم عندما يسقط عليه ضوء أثناء الليل هو سالب الضوء (انتحاء سلبى للضوء) . هذه الأنواع المتعددة من الاستجابة تعبر أنها تعتمد على الأفعال الانعكاسية .

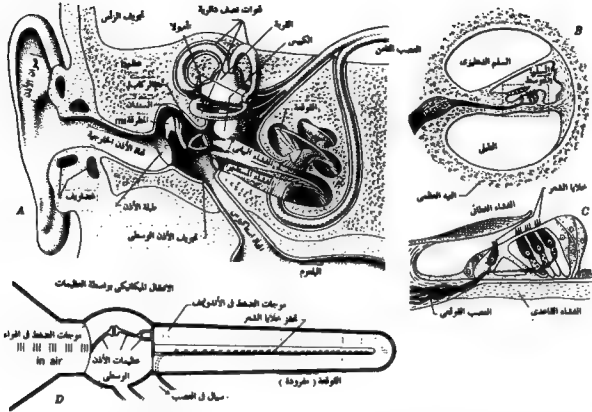


شكل ٩ - ٩ : ميكانيكية الدم في الإنسان ، رسم تخطيطي . (أ) قطاع في الرأس مبيئاً طبقاتية الدم فوق الجدار الجانبي للتحريف الأيمن . (ب) قطاع عرضي في تحريف الأنف . (ج) قطاع مجهرى مكبر للطبقات الدموية . (د) عن بلوكز ، الدم ، الطوق ، والحواش المصلة بها في الفقاريات ، حركة ج ، ب لبنكوت .

٩ - ١٦ الأنفصال الانعكاسية

أبسط استجابة متضمنة جهازاً عصبياً هي فعل انعكاسي ويحدث في الحيوانات ذات الحبال العصبية والأعصاب ، مثل الديدان الحلقية ، مفصليات القدم ، والفقاريات . حينما تنبئ رجل إنسان وتعلق حرة ووتر الركبة يضرب ضرباً خفيفاً ، فإن الرجل تنتفض نحو الأمام . انعكاس انتفاضة الركبة هذا هو استجابة ذاتية ، غير متعلمة ، ولا إرادية لمنه . القوس الانعكاسي (شكل ٩ - ١٢ أ) ، (١) يستلزم مستقبلاً مثلاً بواسطة منه ، (٢) يحفز سيالاً عصبياً في زائدة شجرية خلوية عصبية حسية ، يمر خلال جسم الخلوية العصبية (في عقدة الجذر الظهري) وعلى امتداد المحور الحسي في المادة السنجابية للحبل الشوكي . هناك (٣) يمر السيال تشابكاً ، أو مركز ارتباط إلى (٤) موصل ثاني ، الخلوية العصبية الحركية (الصادرة) ويستمر خارج محورها في الجذر البطني تجاه (٥) العضو النهائي المتصل بعضو مستجيب ، إذا كان الأخير عضلة ، فهي تثار لتقبض . انعكاسات بسيطة أخرى هي غمز جفون العين حينما يدلف جسم أمام العين ، والإفراز الفجائي للدموع بواسطة الغدد الدمعية حينما تقع ذرة من التراب على القرنية . الفعل الانعكاسي قد يتطلب إحساساً واعياً أو لا يتطلب ذلك .

القليل من الانعكاسات - إن وجدت في الفقاريات يكون حقيقة بسيطاً . معظمها هي انعكاسات مركبة خلالها السيال ، الذي يدخل في نيورون حسي واحد ، يؤثر في عدة نيورونات حركية من خلال نيورونات وسطية أو ضابطة (شكل ٩ - ١٢ ب) ؛ أو السيالات من عدة نيورونات حسية تتجمع لتؤثر في نيورون حركي واحد . الانعكاسات المتحالفة تتحد لتنتج تأثيراً منسقاً ، مثل الحركات العضلية لشخص حينما يمشي ، أو للجدو أرضية أو يرقه حينما ترحف . هذه الأنفصال قد تتحور أو تثبط خلال نيورونات موصلة ممتدة إلى أجزاء أخرى من الحبل العصبي وإلى المخ (شكل ٩ - ١٢ د) .



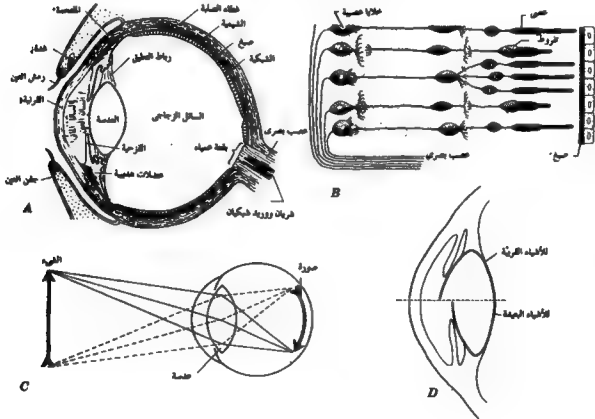
شكل ٩ - ١٠ : ميكانيكية السمع وحفظ التوازن في الإنسان . (أ) التركيب العام للأذن . (ب) قطاع عرضي في جزء واحد من القوقعة (منطقة جم محصورة بخطوط متقطعة) . (ج) قطاع مكبر خلال العضو الولوي لكوني بخلايا شعر حسية . (د) رسم تخطيطي لانتقال الصوت من الهواء إلى سائل في العصب السمعي .

الانعكاسات المتسلسلة تعمل في تنابع ، استجابة أحدهما تصبح منبهاً للتالي . الضفدعة تستجيب لحشرة تتحرك قربها منها بواسطة فتح فمها ودفع لسانها نحو الأمام ثم إلى الخلف ؛ الفهسة المقتنصة في الفم تبه المستقبلات هناك لتسبب إغلاق الفم ولتبدأ انعكاسات البلع في البلعوم والمريء .

بالتنمين ، قد يصبح الانعكاس مشروطاً ليتبع منبهاً يربطاً معيناً على نحو مختلف عن المنبه الأصل الذي أحدثه ، في الكلب ، رؤية الطعام تحدث تلقائياً للعلاب انعكاسياً ، في حين أن دق جرس لا يحدث ذلك . العالم الفسيولوجي الروس بافلوف دق جرساً كلما قدم طعام لكلب . بعد عدة مرات مجرد صوت الجرس ، بدون طعام ، أحدث إفرازات للعلاب في الحيوان . وحتى بافلوف هذا انعكاس مشروطاً . كثير من أفعال البشر تصبح انعكاسات مشروطة ، غالباً ذات صفة مقننة . الأداء المعتاد لفعل معين أو طريفة ، تصبح عادة مع بعض التغير الثابت إلى حد ما في أسلوب الاستجابة لمؤثر ما . وعلى ذلك فإن كثيراً من الأنشطة الروتينية للبشر تصبح مجرد عادات للدرجة أنها تخفف بواسطة منبهات معينة ، بدون تدخل من الإرادة ، مثال لذلك عندما يلبس الإنسان نفسه .

٩ - ١٧ الغريزة

الغريزة هي نموذج من سلوك معقد غير متعلم إلى درجة كبيرة متضمنا عادة مجموعات من انعكاسات متسلسلة . معظم الغرائز عديدة وراثيا ، وتعمل على الحفاظ على الفرد أو النوع . في كثير من أنواع الحيوانات ، اختيار الطعام ووسائل الحصول عليه هي أفعال غريزية طوال الحياة ، في حين أن الغرائز المختصة بالتكاثر تظهر فقط حينما يصبح الأفراد بالغين جنسياً . بين الحيوانات التي تمشي أكثر من ستة واحدة ، فإن الغرائز التناسلية تكون نشطة فقط أثناء فصل التزاوج ، هجرة الطيور والأسماك وطريقة بناء الأعشاش ورعاية الصغار بين الحشرات والفقاريات تحكمها الغريزة كلية أو بدرجة كبيرة . دور الطين يضرب مثلاً للورة معقدة من الغرائز . كل أنثى ، بدون حية مسيقة أو تعلم ، تبنى أنبوبة من الطين ؛ ثم قبيل إحكام غلقها ، تقتنص وتشل عناكب بزائنها ، تضع بيضة على كلي ، وتحكم الفلق عليها في



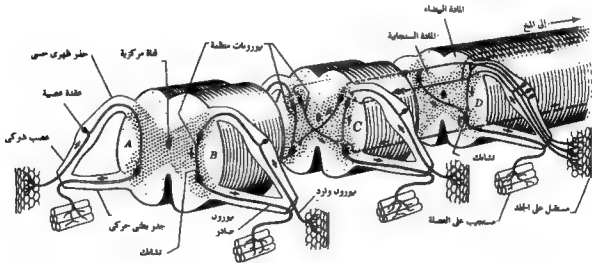
شكل ٩ - ١١ : ميكانيكية الإبصار في الإنسان . (أ) قطاع رأسي وسطي في العين . (ب) رسم تخطيطي مكرر لتركيب الشبكة . يدخل الضوء إلى الشبكة من اليسار . (ج) تعمل العدسة على تكوين صورة (مصغرة ومقلوبة) على الشبكة بغض الطريقة التي تنتج بها عدسة الكاميرا صورة على الفيلم الفوتوجرافي . (د) الصور في شكل العدسة (تكيف للتركيز على الأشياء القريبة والبعيدة) . (أ ، محورة عن دافن ، مبادئ الحيوان العام ، مطبعة جامعة أكسفورد) .

الأنوية . يرقات الدبابير تقف وتغذى على القرصة الحية ، وعند النضوج ، تشق الدبابير الصفوة طريقها نحو الخارج . الأنثى الأم لا ترى صغارها أبداً ولكن سلوكها الغريزي وفيما بعد سلوك الصغار يعمل على الحفاظ على النوع . في الحشرات الاجتماعية مثل نحل العسل (فقرة ٢٢ - ١٣) ، كل فئة لها غرائز منفصلة تعمل مع بعضها لمصلحة المستعمرة .

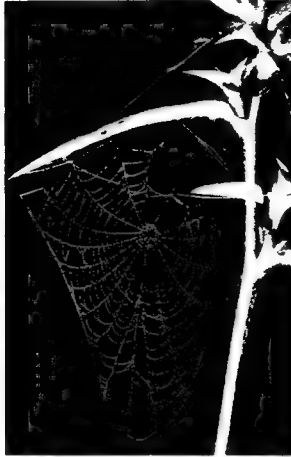
ما بعد الانتعاشات ، والانتكاسات ، والفراشات الوراثية ، توجد الأرجة العليا للوظائف العصبية ، التي بها تصبح نماذج السلوك الفطري هذه ، متحركة للملائمة لاحتياجات خاصة . وتلك تتدرج إلى أعلى حتى استعراض الذكاء بين الفقاريات العليا والإنسان ، التي فيها يحوى المخ على عدد كبير وترتيب أكثر تعقيداً من المسارات الموصلة وأعداد أكبر من نيورونات مترابطة في قشرة المخ .

٩- ١٨ التعلم والذكاء

للمنكبوت ذى الحياة القصيرة ، لا يوجد وقت ليتعلم كيف يفزل نسيجاً معقداً بالمحاولة والخطأ . هنا العمل الغريزي تطور بلا شك عن طريق الانتقاء الطبيعي على امتداد فترة طويلة (شكل ٩ - ١٣) . الفقاريات العليا لديها وقت طويل لتتعلم نماذج السلوك من والديها . الثدييات على الأخص لها اتصال طويل إلى حد ما بالأم خلال الفترة التي تُرعى فيها .



شكل ٩ - ١٢ : رسم مجسم مبسط للحبل الشوكي والأعصاب للفقاريات وبين العلاقات بين الخلايا العصبية (النيورونات) اللازمة للأقواس الانعكاسية . نيورونات واردة ، مصمتة ؛ نيورونات صادرة ، محددة ؛ نيورونات مرافقة ، خطوط مقطوعة ؛ مستقبلات ؛ كفا في الجلد ؛ المستجيبات ، كفا في العضلات . بين الأسهم مسارات السيالات العصبية . كل عصب يحوى على العديد من الألياف . (أ) قوس انعكاسي بسيط . (ب) قوس انعكاسي ذو نيورون منظم واحد . (ج) قوس انعكاسي ذو وصلات عرجية . (د) قوس انعكاسي ذو وصلات عرجية ووصلات أخرى من وإلى المخ .



شكل ٩ - ١٣ : بيت العنكبوت دائري النسيج . العنكبوت الصغيرة تنزل نسيجاً مضبوطاً في أول محاولة لها . تكون قطرة أفقية عن طريق ترك غيط ينساق حراً حتى يلتصق بفرع أو دعامة أخرى . بعد ذلك ، يقوم العنكبوت بعمل تركيب يشبه حرف Y يتل من وسط القنطرة . ثم تنزل أنصاف القطر وتلتقي في المركز . أخيراً ، يُفزل الخلازون من الخارج للداعل ، ثم يسفر العنكبوت بعيداً ، ولكنه عندما تقع الفريسة ، ينبه بحركة أنصاف القطر أو بواسطة غيط إشارة . العنكبوت المضاء تنزل بيوتا عادية ، وعلى ذلك ، فلا إبصار ليس هماً في نمط السلوك الغريزي .

بعض أنواع التعلم التي درست تجريبياً هي (١) التكيف المشروط كما في تجربة بافلوف مع الكلب المفرض للعباب ؛ (٢) التعلم الآلي ، الذي فيه فأر أو حيوان آخر ، من خلال المحاولة والخطأ ، يتعلم أن يستخدم وسائل آلية ليحصل على الطعام ؛ (٣) تعلم إدراكي حسي ، حيث يتخطى حيوان طور المحاولة والخطأ ويصل الجواب الصحيح بعد تحليل المشكلة . السلحفاة ، مثلاً ، توقف بواسطة عائق ، في حين أن الكلب يلاحظ العائق ثم يمشی حوله . الانطباع هو نوع خاص من التعلم مستلزماً تفاعل العوامل الداخلية والخارجية . الحيوان ينطبع بسهولة كبيرة عند طور خاص من النمو

بواسطة منبهات بها بعض الخواص المحددة جيداً . وليست مجرد أية منبهات تفعل ذلك . البطة الصغيرة ، مثلاً ، تتبع أول جسم متحرك تراه بعد الفقس بوقت قصير . هذا يمثل عادة أمها ، ولكن كونراد لورنز ، أول عالم سلوك نمسوى ، علم بنجاح ثلاث أوزات صغار أن يقلوه « كأهمهم » . الانطباع الصوقي قد يحدث أيضاً في الطيور ، وفي البعض حتى قبل الفقس . الهجرة للموطن في السالمون ، قد تعتمد على الانطباع أثناء الحياة المبكرة ، ومن ثم فإن هذه الأسماك قادرة على أن تميز الخواص الكيميائية الفريدة للمجرى حيث كانت قد فقسست فيه . الذكاء أو القدرة على التعلم يتكون جيداً بين الفقاريات العليا والإنسان ، التي فيها يحوى المخ على عدد كبير وتنظيم أكثر تعقيداً من المسارات الموصلة وأعداد أكبر من النيورونات المترابطة في القشرة الخفية . مناقشة عن طبيعة الإدراك ، الذاكرة ، والإرادة تتجاوز مجال هذا الكتاب .

مراجعة

- ١ - أيما أقرب شياً للجهاز العصبي : محطة توصيل إذاعي أو لوحة مفاتيح تلفزيونية ؟
- ٢ - ميز بين المحور والزائدة الشجرية ، بين عقدة عصبية وعصب ؛ بين ألياف نخاعية وغير نخاعية .
- ٣ - أعرض أساسيات نظرية النيورون .
- ٤ - ما هي أدنى مجموعة من الحيوانات تحصى على جبل عصبي أو أحبال ؟
- ٥ - كيف تختلف الأحبال العصبية لللافقاريات والفقاريات ؟
- ٦ - عرف التقسيمات الرئيسية لمخ الفقاريات ووظيفة كل .
- ٧ - أية خدمات تؤدي بواسطة الجهاز العصبي الذاتي ؟ ما هي أهمية هذا الجهاز في الإنسان ؟
- ٨ - صف الاختلافات بين التنوبق والرائحة في الإنسان فيما يخص بالنوع والدرجة .
- ٩ - إذا لم يستطع رجل من أن يسمع تردداً من ١٠,٠٠٠ سايكل في الثانية ، أية تركيبات قد تكون متسببة ؟
- ١٠ - أي فيتامين يؤثر في الرؤية الليلية ؟ لماذا يلبس كثير من الناس نظارات ؟
- ١١ - تصب النتائج من الجلوس المفاجيء فوق شيء مديب بمدة ؛ بين بعض المسارات الرئيسية من المنبه حتى الاستجابة وتركيبات الجسم الأساسية المستخدمة .
- ١٢ - كيف تختلف غريزة وانعكاس مشروط ؟ ما هي أمثلة كلي في الجنس البشري ؟

الفصل العاشر

التكاثر والتكوين

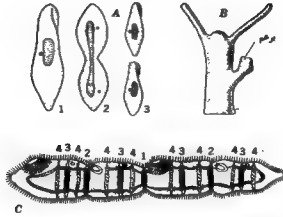
القدرة على إنتاج أفراد حية جديدة هي صفة مميزة أساسية لجميع الكائنات . البيولوجيون الأولون فهموا صحيحاً كيف أن الحيوانات العليا تتكاثر ، غير أنه لعدة قرون كان معتقداً أن كثيراً من أوجه الحياة نشأ من مواد غير حية بواسطة التولد الفاني - الديدان وأبو ذنبية من الطين والذهب من جثث الحيوانات الميتة . هذه الأفكار - الحاطقة قد تركت تدريجياً بعد ما أوضح فرانسيسكو ردى (ليطالي ، ١٦٢٦ - ١٦٩٧) في سنة ١٦٦٨ أن اليرقات والذبابات تنتج من اللحم فقط إذا وضع الذباب الحى أيضاً على مثل هذه المادة . منذ قرن مضى فقط ، كان يظن أن البكتيريا والكائنات الدقيقة الأخرى يمكن أن تتكون ذاتياً . في ١٨٦١ ، لويس باستير (فرنسي ، ١٨٢٢ - ١٨٩٥) زرع بكتيريا في قوارير لها رقبة طويلة جانبية تشبه حرف S ، عملت كمصيدة لكائنات محمولة بالهواء ، ولكنها كانت غير مغلفة . طالم أن البكتيريا في القارورة قتلت بواسطة الحرارة ، فإن الوسط بقي بدون حياة . مبدأ التعقيم الذي أوضحه هو أساس تحطيم الكائنات الدقيقة بواسطة الحرارة أو الكيميلويات . وهو يستخدم في الجراحة والطب هذه الأيام ، في حفظ الطعام بالتعليب ، في حفظ اللبن المبستر ، في وقاية مصادر المياه العامة ، وفي أوجه أخرى من الحياة الحديثة .

جميع الأدلة المعول عليها تبين أن الحياة الجديدة تأتي فقط من حياة كانت توجد في قبل ، تلك هي عملية النشوء الأحيائي ، أو التكاثر .

التكاثر

١٠ - التكاثر اللاجنسي

التكاثر الذي يستلزم فقط أباً واحداً ولايستلزم تراكيب تكاثرية خاصة يسمى تكاثراً لا جنسياً . وهو يحدث في كثير من النباتات وكثير من الحيوانات الدنيا . الأوليات مثل البراميسيوم تتكاثر بواسطة الانشطار الثاني ، الذي فيه ينقسم فرد إلى نصفين ، عادة متساويين ، بعدها ينمو كل إلى



شكل ١٠ - ٩ : أنواع التكاثر اللاجنسى . (أ) انشطار ثنائى فى البراميسيوم . (ب) التبرعم فى الهيدرا . (ج) التكسر فى دودة مفلطحة ، ميكروسوملم ، تين الأعداد تتابع مستويات الانشطار التى سوف تقسم الحيوان إلى ١٦ جزءاً ، كل جزء يمكنه فيما بعد أن يصبح فرداً . (عن فون جراف) .

الشكل الأصلى . النواة تنقسم ، ثم السيتوبلازم . الانشطار المتعدد ، تكوين الجراثيم ، يحدث فى الجرثومات (بلازموديوم .. الخ) ، حيث تنقسم النواة تكراراً ثم ينقسم السيتوبلازم إلى أجزاء أصغر حيث يحيط كل جزء بكل نواة من الأنوية العديدة الناتجة (شكل ١٥ - ١١) . التبرعم هو نوع من التكاثر فيه ينشأ فرد جديد كبروز ، أو برعم ، على حيوان أكبر ، ينمو إلى شكل وحجم هذا الأخير . التبرعم فى الاسفنجيات ، اللاسعات ، البرابوزوا ، والقريبات ينتج مستعمرات من عديد من الأفراد . أسفنج الماء العذب أيضاً ينتج براعم فردية ، أو دريرات (فصل ١٦) ، كل من عدة خلايا ، بدائل غلاف سميك علم . وتلك تنطلق ، وفيما بعد تنتج كل دريرة فرداً جديداً . البرابوزوا لها براعم داخلية تسمى أكياس التوازن تنمو إلى أفراد جديدة .

التقطيع يحدث فى بعض الديدان المفلطحة (تيريلاريا) والديدان الشريطية (الهيرتينيا) يقطع الفرد إلى جزئين أو أكثر ، كل جزء قادر على النمو ليكون حيواناً كاملاً (شكل ١٠ - ١) .

٩٠ - ٢ التجديد

المقدرة على استبدال أو تجديد أجزاء مفقودة بإصابة أو غير ذلك يكون ماثلاً للنمو بعد التقطيع . الحيوانات الصغيرة والأنواع الدنيا فى سلم التطور لها عادة قوى تجديدية أكبر من الحيوانات الأكبر سناً أو العليا . قطعة من نبات الصفصاف أو الخيزرة الأفرنجى فى تربة رطبة سوف تنمو إلى نبات جديد ، وأجزاء من اللاسعات الهيدرية إذا زرعت فى ماء البحر سوف تكون حيوانات كاملة . حينما تقطع دودة مفلطحة (يولانتريا أو دايجيسيا) إلى أجزاء ، فإن كل جزء سوف يتجدد عادة ليكون فرداً كاملاً ولكنه أصغر . نجوم البحر والنجوم المشعة تجدد الأذرع المفقودة ، وخيل البحر يمكنه أن

يحدد كل أعضائه الداخلية . زوائد السرطانات والقشريات الأخرى وذبول بعض السلمندرات والسحالي قد تتخلص منها هذه الحيوانات عند الخطر ، عملية تسمى بتر ذاتي . ثم يحدد الحيوان الجزء المفقود .

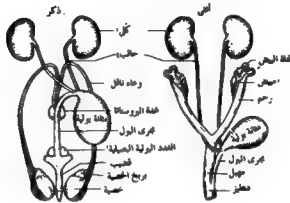
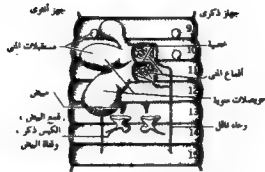
١٠ - ٣ التكاثر الجنسي

معظم الحيوانات والنباتات تتكاثر بواسطة عملية فيها تنمو أفراد جديدة من خلايا جنسية ، أو جاميتات ، من الوالدين . هذا هو التكاثر الجنسي . نموذجياً خليتان جنسيتان من نوع مختلف (ذكرية وأنثوية) تتحدان لتنتجا فرداً جديداً . الأوليات لها بعض العمليات التكاثرية التي تشبه الظواهر الجنسية للحيوانات العليا . في الأقران بين المهديات (براسيوم ... الخ) ، فردان من نفس النوع ظاهرياً يتحدان مع بعضهما ، يتبادلان المواد النووية الدقيقة ، ثم ينفصلان ليواصل دورة الحياة . في البهو الثاني . بين الجرثوميات (بلازموديوم ... الخ) ، نوعان من الأفراد (جاميتات كبيرة وجاميتات صغيرة) تنتج عند أطوار معينة ؛ تلك تتحد بصفة مستديمة في أزواج لتواصل دورة الحياة . في البهو الفولفكس وهو من السوطيات التي تكون مستعمرات ، تنتج نفس المستعمرة أو مستعمرات مختلفة نوعين من أفراد حرة تتحد في أزواج ، واحد من كل ، وتنتج مستعمرات جديدة (فصل ١٥) .

في الحيوانات عديدة الخلايا ، يكون الجنس هو مجموع كل الصفات التركيبية والوظيفية التي تميز الذكر (♂) والأنثى (♀) . كلاهما ينتج خلايا جنسية حرة ، أو خلايا جرثومية . الذكورية دقيقة وتعرف بالحيوانات المنوية ؛ الأنثى تطلق بيضاً أكبر نوعاً ما . بجانب الاختلافات الضرورية في الأعضاء التناسلية ، قد يختلف أفراد الجنسين في الشكل الخارجي والدخلى ، في وظائف الأعضاء ، في السلوك ، وحتى في الميزات السيكولوجية بين الحيوانات العليا .

الخلايا الجرثومية تنتج في أعضاء تعرف بالمناسل ، الحيوانات المنوية في الخصى ، والبيض في المبايض . تلك هي أعضاء الجنس الأولية . معظم الحيوانات لها قنوات مبطنة بغدد وأجزاء متصلة بالمناسل لتكون جهازاً تناسلياً يساعد في العملية التناسلية (شكل ١٠ - ٢) . بعض أو كل هذه الأجزاء وحيدة ، مزدوجة ، أو متعددة في حيوانات مختلفة (فصول ١٧ إلى ٢٨) .

إذا كان كلا الجهازين الذكري والأنثوي في فرد واحد ، كما في الديدان المفلطحة ، الأطومات ، وديدان الأرض ، ويسمى الحيوان أحادي المسكن . في عديد من اللافقاريات الأخرى ، وعلمياً كل الفقاريات ، كل فرد إما أن يكون ذكراً أو أنثى ؛ الأجناس منفصلة ، ومثل هذه الحيوانات تسمى ثنائية المسكن أو منفصلة الجنس ، التمييز نحني يستخدم للأنواع أحادية المسكن وأيضاً للأفراد الشواذ من آن لآخر للأنواع ثنائية المسكن التي تحتوي على كل الجهازين الذكري والأنثوي ، وثمة حالة تعرف بأولى المناسل تحدث في بعض الرخويات ، حيث ينتج نفس التسلل أيضاً وحيوانات منوية ، ولكن ليس في نفس الوقت .



شكل ١٠ - ٢ : أجهزة تسمية . أعلى : دودة أرض (أحادية السكن) ، كلا الجهتين في فرد واحد . أسفل : القبط (ثنائي السكن) ، الأجهزة الذكرية والأنثوية في أفراد منفصلين . الجهاز الإخراجي موجود أيضاً .

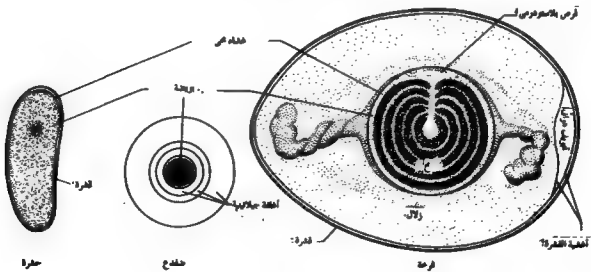
١٠ - ٤ الأجهزة التاملة

يوجد تنوع في تفاصيل الأجهزة التناسلية للحيوانات المختلفة ، غير أن كلها تشابه أساساً في التركيب النموذجي ، حتى بين الجنسين . في الجهاز التناسلي الذكري ، تنتج الحيوانات المنوية في سلسلة من الحجرات أو الأنابيب البغصية (شكل ١٠ - ٣) . ومن ثم تنتقل خلال قنوات صغيرة ، أو قنوات صادرة (سابقاً : الأوعية الصادرة) ، لقناة أكبر ، أو القناة الناقلة (سابقاً : الوعاء الناقل) . الطرف السفلي لتلك القناة غالباً يتسع مكوناً حوصلة منوية . القناة الناقلة إما أن تفتح للخارج مباشرة أو عن طريق عضو جماع ، القضيب ، في الأنواع التي تتزاوج ، وذلك لنقل الحيوانات المنوية مباشرة من الذكر إلى الأنثى . الغدد الثانوية ، تعد بإفرازات لتنشيط الحيوانات المنوية أو لأغراض أخرى ، توجد أحياناً على طول قناة النوى . في الثدييات ، تلك الغدد هي البروستاتا والغدد البولية البصيلية .

١٠ - ٥ أصل الخلايا الجنسية

يوجد اهتمام كبير لمعرفة الأصل النهائي للخلايا الجنسية لأنها تعطى أفراداً جديدة وتعمل على نقل الصفات الوراثية بين الأجيال المتتالية. إن مبدأ الاستمرارية الجرثومية بواسطة أوغست وايزمان (المأني، ١٨٣٤ - ١٩١٤) يقضى بأن الخلايا الجنسية، أو المادة الجرثومية، تكون مادة بعيدة عن المؤثرات الخارجية وعن الجسم، أو المادة البدنية. لكل جيل جديد، المادة الجرثومية للأبوين تنتج كل المادة البدنية والمادة الجرثومية للأفراد الجديدة. استمرارية المادة الجرثومية واضحة في بعض اللاقاريات (أسكارس، ساجيتا، مياستور... إلخ)، حيث يمكن لحلية واحدة في الإنقسام المبكر للبيض أن تتبع كاصل أقصى للخلايا الجنسية في المستقبل (التفليج المحدد - خاصية اللاقاريات ذات القم الأولى). ولكن في الطيور، الثدييات، وحيوانات أخرى، لا توجد مثل هذه الخاصية المبكرة للمادة الجرثومية (تفليج غير محدد خاصة اتجاه التطور في ثانويات القم). في الفقاريات، تبدأ الخلايا الجرثومية الأولية عند أماكن بعيدة، ثم تهاجر، أو تنقل، إلى العروق التناسلية حيث تنمو المتناسل فيما بعد. نميز الآن استمرارية مباشرة في الكروموسومات، التي وفقاً لما نحتوى كل خلية للحيوان الجديد على الآلية الوراثية الناتجة في البيض (زيجوت) حيناً تبتأ في النمو.

في بعض الحيوانات، تظهر المتناسل أثناء النمو الجنيني، ولكنها لا تكبر إلا حيناً تقترب الأفراد من البلوغ الجنسي. في حيوانات أخرى، تتكون المتناسل عند هذا الطور الأخير. الخلايا الجرثومية المبكرة في المتناسل تتكاثر تكاثراً غير مباشر مثل الخلايا البدنية (طلائية، عضلية)؛ كل كروموسوم يكرر نفسه طويلاً إلى أنصاف متساوية تماماً حتى تتسلم كل خلية ناتجة مجموعة مطابقة من الكروموسومات. النواة في كل خلية، تحتوى على مجموعة ثنائية من الكروموسومات، العدد



شكل ١٠ - ٤ : أغطية وإلية البيض بعض الحيوانات

الزوجي 2n (فيما عدا في بعض النحل أحادي العدد .. الخ) في كل زوج ؛ يشق أحد الكروموسومات من الأب والآخر من الأم ويسمى كروموسوما كل زوج بالكروموسومات المتجانسة وهما متشابهان في الحجم والشكل ولكن قد يختلفان في المحتوى الجيني . عند إقتراب البلوغ الجنسي ، تتكاثر الخلايا الجرثومية بسرعة ؛ وعليه تعرف بولدات المنى في الذكر ومولدات البيض في الأنثى . ولكن قبلما تصبح الخلايا الجرثومية قادرة على المشاركة في التكاثر ، فإنه يجب أن تتغير خواصها الفيزيائية والفيسيولوجية .

١٠ - ٦ النضوج والإنقسام الإختزالي

العملية التي بها تصبح مولدات المنى حيوانات منوية وتصبح أمهات البيض بويضات تسمى تكوين الأشعاج أو النضوج ، والخلايا الناضجة الناتجة تسمى جاميتات (أشكال ١٠ - ٥ إلى ١٠ - ٨) . التغيرات النووية المصاحبة تسمى أنقساماً إختزالياً . تختلف جاميتات الذكر والأنثى في الشكل ، الحجم ، والفيسيولوجية ، ولكن التغيرات الإختزالية في أنويتها متشابهة .

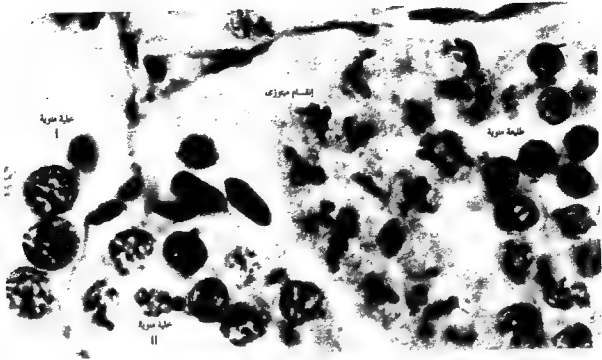
الإنقسام الإختزالي يتكون من إنقسامين نوويين يتتابعا بنوع فترة فاصلة ، الإنقسام الإختزالي الأول والثاني . وهما يختلفان عن الإنقسام غير المباشر بظاهرتين : (١) العدد النهائي للكروموسومات في جاميته هو فقط نصف (العدد الفردي ، n) الكروموسومات الموجودة في مولدة منى أو أم البيض (أو خلية بدنية) ، وبمجموعة الكروموسومات في جاميته ناضجة تشمل فقط كروموسوماً واحداً من كل زوج متجانس كان موجوداً في الخلايا غير الناضجة . (٢) يوجد تصنيف عشوائي في هذا الإختزال بحيث أن كل جاميتة تسلم إما كروموسوماً أو الآخر من كل زوج . ومن ثم ، حينما تتحد جاميتتان لجنس مقابل فيما بعد في عملية الإخصاب فإن عدد الكروموسومات في الفرد الجديد سوف يكون نفس عدد النوع (2n) . طريقة الإنقسام وفصل الكروموسومات أثناء النضوج ، مع التقابل العشوائي للبيضة والحيوان المنوي في الإخصاب ، يعطى أساساً منطقياً لكثير من الظواهر المشاهدة للوراثة على إفتراض أن الكروموسومات هي حاملات العوامل المقررة ، أو الجينات ، للصفات الوراثية . الفرز العشوائي يؤهل للاختلاف في التبادلات الصفات التي سوف تظهر في الأفراد المختلفين للجيل الجديد . (فصل ١٢) .

١٠ - ٧ تكوين الحيوانات المنوية

عندما يتضح ذكر جنسياً ، فإن مولدات المنى في الخصية تتكاثر بواسطة الإنقسام غير المباشر حتى يتكون العديد منها ؛ ثم يبدأ النضوج . كل مولدة منى تزداد في الحجم تسمى خلية منوية أولية (خلية منوية I في شكل ١٠ - ٥) . أثناء الطور المجهدي من الإنقسام الإختزالي الأول ، يظهر العدد الزوجي من الكروموسومات (2n) في النواة ، كل كروموسوم عبارة عن حزمة وحيدة . الكروموسومان في كل زوج متجانس يتضاعفان ليكونا كروماتيدين ، والكروموسومات المزخوجة تقع متوازية لبعضها البعض إلى حد ما ومنضفرة ، ظاهرة تسمى إقتران الكروموسومات . وعلى



شكل ٩٠ - ٥ : نضوج الخلايا الجرثومية والإخصاب : رسم تخطيطي لعملية النضوج متشابهة في الجنسين فيما يخص الانقسامات النووية والكروموسومات ، ولكنها تختلف فيما يخص السيتوبلازم (اليسار : ذكر ؛ اليمين : أنثى) . عدد الكروماتيدات مبدئ لكل طور (٢ ن ، ن .. الخ) . هذا النوع يفترض أن به ٦ كروموسومات (العدد المضاعف) : الكروموسومات المشتقة من الجيل السابق بيضاء (أموية) وسوداء (أبوية) عل ، الترتيب . قارن مع شكل ٢ - ٥ (انقسام ميوزي) ، لفاف ، أوجه الإناث .



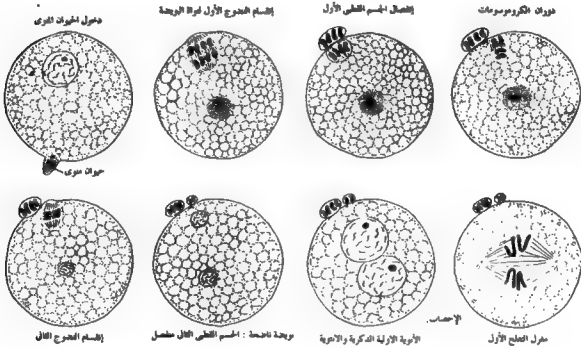
شكل ١٠ - ٦ : تكوين النوى في غصية سلمندر (أنديس لوجوبريس) . الأطوار مميزة بنسبة ٤ : ٢ : ١ بالحجم في الخلية المنوية I ، والخلية المنوية II والطلية المنوية .

ذلك ، فإن كل حزمة تشمل أربعة مكونات (كروماتيدات) وتسمى مجموعة ثنائيات أو رباعيات لا يوجد تكاثر فيما بعد للكروموسومات أثناء النضوج .

في كل خلية منوية أولية ، تقصر الكروموسومات وتغلظ ؛ يتكون مغزل ومعه تترتب الثنائيات عشوائياً على المستوى الاستوائي . عند المرحلة الاستوائية ، يفصل قليلاً الأزواج الأبوية والأزواج الأموية من الكروماتيدات ؛ عند الطور الانفصالي ، يتجه زوج نحو قطب المغزل والزوج الآخر نحو القطب المقابل . هنا هو الإنعزال . من ثنائيات مختلفة ، تكون طريقة الانعزال مجرد صدفة - تصنيف حر . الكروماتيدات الأموية من ثنائية قد تهاجر على المغزل مع كروماتيدات أموية أو أبوية من ثنائيات أخرى . بعض الأزواج من الكروموسومات الأموية أو الأبوية تذهب نحو أحد الأقطاب وكروموسومات من أصل مضاد تتجه نحو القطب المقابل . كل من الخليتين الناتجتين (ذات ٢ ن كروموسومات) تسمى خلية منوية ثانوية (خلية منوية II في شكل ١٠ - ٥) . في الحال يتكون مغزل في كل خلية منوية ثانوية ، وتتخذ الكروموسومات وضعاً استوائياً ، حيث يتم الإنقسام الميوزي الثاني . يفصل الكروماتيدان من كل زوج عن بعضهما ككروموسومين واضحين ويتجهان نحو الأقطاب المتقابلة للخلية ؛ تسمى الخليتان الناتجتان طلائع منوية . وعلى ذلك ، فإن الخلية المنوية الأولية تعطى أربع طلائع منوية ، كل منها تحتوي على ن كروموسومات ، العدد الفردي . من كل زوج من الكروموسومات المتجانسة في خلية منوية أولية ، تحتوي أية طليعة منوية على ممثل عن كل

زوج ، إما أبويًا أو أمويًا .

بعد الإنقسام الثاني ، يتم تحور لكل طليعة منوية . كثير من الميتوبلازم يطرد ، وتندمج النواة في رأس صغير (يتخذ صيغاً داكناً) . خلف الرأس توجد قطعة وسطية تحتوي على جبة تمركز واحدة أو إثنين ، والطرف الخلفي للخلية يصبح ذليلاً رقيقاً سوطياً . هذه هي طليعة المشيعة الذكرية ، أو الحيوان المنوي . كل من النضوج والتحور يتم عادة قبلما تنطلق الحيوانات المنوية من الخصية .



شكل ١٠ - ٧ : نضوج البويضة ، دخول الحيوان المنوي ، اتصال الأنوية الأولى ، والإستعداد للتلحج الأول في البويضة المستديرة ، أسكاريس مجالوسيفالاس .

١٠ - ٨ تكوين البويضات

تنتج مناسل الأنثى خلايا جنسية أقل من تلك في حالة الذكر . تتخذ البويضة معظم ملاحظاتها الفيزيائية قبل النضوج . في المبيض ، تصبح أمهات البيض خلايا بيضية أولية ، غالباً تكبر مع إضافة المخ . الإتحاد ، وتكوين التنتايات ، وإختزال الكروموسومات يتم كما في حالة الذكر ؛ مغزل الإنقسام يتكون بالقرب من حافة الخلية . تبعاً لذلك ، فإنه عند الإنقسام الميوزي الأول يبقى عملياً كل الميتوبلازم مع نواة واحدة مكونة خلية بيضية ثانوية ، وتمزج النواة الأخرى نحو الخارج على سطح الخلية مكونة جسماً مجهرياً هو الجسم القضي الأول . وبالمثل ، في الإنقسام الميوزي الثاني ، تتكون الخلية البيضية من الميتوبلازم مع إحدى الوانين ، أما النواة الأخرى فإنها تمزج نحو الخارج في جسم

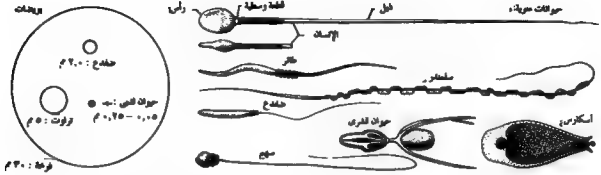
قطب ثانٍ . المحتوى الكروموسومى للخلية البويضية ينتج من تصنيف تصادفى كما فى حالة الطليعة المنوية . مع تغير طفيف فى الوضع النووى ، تصبح الخلية البويضية مشبعة أنثوية ، أو بويضة . وعلى ذلك فإن كلاً من أمهات البيض تكون بويضة واحدة فقط ؛ ومع ذلك فإن الإنقسامات النووية التى تنتج البويضة والأجسام القطبية معادلة لتلك التى تنتج أربعة حيوانات منوية . فى الأنواع المختلفة ، الإنقسام الميوزى إما يحدث فى البيض ، أو بعد ما تنطلق البويضة ، أو يستلزم دخول حيوان منوى إلى سيتوبلازم البويضة قبلما يكمل هذا الانقسام .

١٠ - ٩ الأمشاج

الأمشاج للحيوانات المتنوعة ، تختلف فى الشكل والحجم ، وأمشاج الجنسين فى النوع الواحد مختلفة تماماً (شكل ١٠ - ٨) . البويضة (أى غطاء أو قشرة يمكن تجاهلها) كروية أو بيضية وسائكة ، وقد تحتوى على مخ لتغذية الفرد الجديد النامى . الحيوانات المنوية صغيرة ، متحركة ، وقادرة على أن تسبح فى سائل . فى حين أن الحيوانات المنوية تكون عادة خيطية الشكل ، فإن البعض يكون أميبياً والبعض الآخر ذات أشكال خاصة . حجمها يكون عادة مجهرياً . حيوانات الرجل طولها من ٥٢ إلى ٦٢ ميكرون . الخلية المنوية ليست سوى جزء من البويضة فى حجمها ؛ فى حالة أمشاج الرجل تكون النسبة حوالى ١ : ١٩٥٠٠٠ . البيض البشرى الذى يكفى لإنتاج عالم من ثلاثة بلايين من البشر يمكن وضعه فى قبعة رأس والحيوانات المنوية التى تخصبه فى أنبوب معدنى صغير .

١٠ - ١٠ الإخصاب

إن اتحاد حيوان منوى ناضج وبويضة يسمى إخصاباً ، والخلية الناتجة زيجوتاً . إن اتحاد نواتين فرديتين العدد الكروموسومى ينتج زيجوتاً بالعدد الزوجى الخاص للنوع . يستلزم الإخصاب الدخول الفيزيائى للحيوان المنوى وأيضاً عمليات فسيولوجية فى كل البويضة والحيوان المنوى . الحيوان المنوى لا يمكن أن يخصب بويضة غير ناضجة . الإخصاب هو عملية غير عكسية وهو عادة خاص بالنوع ؛ فى حالات شاذة فقط تخصب بويضة بواسطة حيوان منوى « غريب » . الإخصاب يهبط البويضة نحو انقسام نشط ونمو ، وأيضاً يقوم بخلط الصفات الوراثية من كل الأبوين . فى الأنواع المختلفة ، يخرق الحيوان المنوى البويضة عند أطوار متباعدة أثناء النضوج (من أمهات البيض حتى الخلايا البويضية) ، ولكن إن اتحاد نواتى البويضة والحيوان المنوى يحدث فقط بعد ما يكمل نضوج البويضة . الدلائل التجريبية توحى بأن الجزء الخارجى (القشرى) للبويضة يقرز مادة ، *فوليجولين* ، التى يتفاعل معها الحيوان المنوى فى تأثيره الإخصابى . على بعض البيض ، بعدما يدخل الحيوان المنوى ، تتكون طبقة إخصابية وتفصل بسيطاً عن الغشاء البلازمى الجديد للبويضة . قد تدخل حيوانات منوية إضافية (تعدد المنى) فى البيض كثير المح ، ولكن حيواناً منوياً واحداً يتحد مع نواة البويضة .



شكل ١٠ - ٨ : جامعات عدة حيوانات . حجم الويضات بالمليمتر . الحيوانات المنوية ، مكورة كثيراً ، ولكن ليس بنفس العدد . (معظمها من زئيريس) .

قليل من الحيوانات وحيدة المسكن أو الخنثى ، قد تكون ذات إخصاب ذاتي ؛ ولكن الإخصاب الخلطي ، وهو اعتماد أمشاج من فردين مختلفين ، هو القاعدة العامة . الحيوان وحيد المسكن ينتج أيضاً وحيوانات منوية في أوقات مختلفة ؛ إذا تكونت في نفس الوقت ، تكون عادة عقيمة ذاتياً .

في الإخصاب الخارجي (١) يطلق البيض والحيوانات المنوية حراً في عرض الماء (كثير من اللاقاريات ، بعض الأسماك البحرية) ؛ (٢) الذكر والأنثى يتقاربان حينما يطلق البيض والمني (اللامبري ، سمك التروت) ؛ أو (٣) يحدث خروج متزامن للبيض والمني بواسطة زوج متعاقب (الضفدع والملجوم) . في الإخصاب الداخلي (٤) يضع الذكر مجاميع المنى (حاملات المنى) في قاع البركة أو المجرى ، ومنها يؤخذ واحد أو أكثر بواسطة الأنثى في المستقبلات المنوية لها (السلمندر المائي) أو تودع حاملات المنى في تجويف البرنس للأنثى (رأسقدميات) ؛ أو (٥) بواسطة جماع محدد ، تنقل الحيوانات المنوية إلى مهبل الأنثى ، لتخصب البيض فيما بعد في قنواتها التناسلية (الخيطيات ، بعض الرخويات ، معظم مفصليات القدم ، بعض الأسماك ، جميع الزواحف ، الطيور ، والثدييات) . كثير من الحيوانات التي تقطن الماء تمارس الإخصاب الداخلي ، وهو ضروري تقريباً لجميع الأنواع الأرضية لأن الحيوانات المنوية يمكن أن تنتقل فقط في وسط سائل . في الفقاريات ذات الإخصاب الداخلي ، ينتقل المنى لأعلى في قناة البيض حيث ينصب البيض عادة . الإخصاب الصناعي هو الآن ممارسة شائعة بين ماشية الألبان ، يوضع السائل المنوي من الثور في مهبل البقرة لإتمام الحمل . نفس الممارسة ، تحت إشراف طبي ، لها فائدة محدودة في الإنسان حينما يكون الزوج عقيمًا .

١٠ - ١١ أنواع خاصة من التكاثر الجنسي

نمو البويضة بدون دخول حيوان منوي يسمى تكاثراً بكرياً . يحدث بانتظام في الدورات ، المن ، حشرات الترس ، بعض الخنافس ، كثير من الحمل ، غل العسل ، الدبابير وبعض القشريات ؛ الذكور غير معروفة في بعض الترس والدورات . في الفقاريات البرية ، يعرف التكاثر البكري في سحلية الصخر الأوروبية (لاسوتا) وبعض الأنواع الأمريكية للسحالي ذات الذيل الكهربائي (كيمييدوفورس) . المن له أجيال متعاقبة من إناث بكرية خلال الربيع والصيف ؛ ثم ينتج كلا الجنسين عن طريق التكاثر البكري . وتلك تتزاوج في تكاثر جنسي معناد ، وتضع الإناث أيضاً مخصباً ، منه تفقس إناث في الربيع التالي لتكمل التكاثر البكري . ملكة غل العسل تنتج أيضاً مخصباً (من منى من مستقبلاتها النوية) ينمو إلى أنثى ، إما شغالة أو ملكات ، ولكنها أيضاً تضع أيضاً غير مخصب ينتج ذكوراً فردية الكروموسومات (ن) (شكل ٢٢ - ١٠) .

يرقات ذبابة المفص (مياستور) تنتج أيضاً ينمو بكرياً لينتج يرقات . في الدلدان الكبدي ، أحد الأطوار اليرقية ، السبوروسيست ، ينتج أيضاً غير مخصب يكون طوراً آخر يسمى رديا . مثل هذا التكاثر البكري بين اليرقات يعرف بتناسل الصغار . يرقات بعض السلمندر (عائلة أميستوميدي) قد تصبح ناضجة جنسياً ، وتنتج أيضاً مخصباً ، ظاهرة تسمى توالد الصغار .

البويض الناضج لبعض قنابد البحر ، الضفادع ، وبعض الحيوانات التي تمخصب عادة ، قد تحت على النمو بواسطة التكاثر البكري الصناعي كما وضع بواسطة جاك لوب في ١٩٠٠ . المنبهات المستخدمة تشتمل على الرج ، الحرارة ، الأحماض العضوية المخففة ، والسوائل زائلة التركيز (ماء بتركيزات من الأملاح أكثر من المعتاد) . عن طريق وغز آلاف من بيض الضفادع بالإبر ، أحدث العالم لوب نمواً في كثير من البيض ، وحصل على أكثر من ٢٠٠ أوى ذبابة ، ورنى تقريباً ١٠٠ ضفدع من كل الجنسين خلال أو فيما بعد التحور . كانت الضفادع زوجية العدد من الكروموسومات لأن بيضها لم يحدث له إنقسام ميوزى . لقد نتج أرنب واحد « بدون أب » من إخصاب صناعي لبويضة زرعت فيما بعد في رحم أنثى . وسائل إحداث التكاثر البكري الصناعي متنوعة ، ولكن جميع الطرق الناجحة تنجز نفس النتيجة . وهي تشييط البويضة . تعدد الأجنة هو إنتاج فردين أو أكثر من بيضة واحدة ينمو منفصل من خلايا مكونة مبكراً في النمو الجنيني ، كما يحدث في حالات التوائم المتطابقة في الإنسان وأيضاً في بعض الأرماديللو وكثير من الدبابير الطفيلية .

١٠ - ١٢ التكاثر بصفة عامة

معظم الأنواع لها مواسم تكاثر محددة . في المناطق الباردة ومعتدلة الحرارة ، تكون هذه المواسم عادة في الربيع والصيف حينما يكون الطعام متوفراً والأحوال الأخرى لبقاء الناج ملائمة . كثير من اللاقاريات لا تتكاثر إلا إذا وصلت درجة حرارة الوسط إلى حد أدنى معين . أنواع أخرى تتأثر بنوع الطعام المتاح . في بعض الطيور والثدييات ، الزيادة في التعرض لضوء النهار بزيادة طول النهار ،

تأثير على المناسل من خلال الغدة النخامية لتحدث التناسل

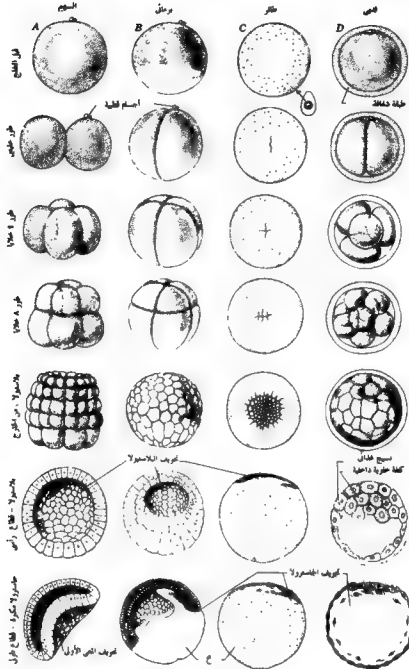
معظم الحيوانات بيوضة ؛ تطلق الأنثى أو تضع بيضاً ، منه تفقس الصغار فيما بعد . كثر من اللاقناريات المائية ، معظم الحشرات ، وكل الطيور من هذا النوع البيوض . بعض الحيوانات تلد صغراً حية . بعضها ولودة بيوضة ، تنتج بيضاً ذامح كبير ينمو بداخل قنوات البيض (رحم) في الأنثى . بعض الحشرات ، القروش ، السحالي ، ثعابين جلترت الأمريكية هي أمثلة من ذلك . الثدييات وبعض الحيوانات الأخرى ، هي حيوانات ولودة ، تنتج بيضاً صغيراً يستبقى ويتغذى في رحم الأنثى .

عدد البيض الذى تنتجه كل أنثى ، يتناسب عكسياً مع متوسط الفرصة لبقاء أى فرد من التاج ليكمل النضوج . العدد يكون أكبر حيث تكون المخاطر أكبر . بعض الطفيليات تنتج ملايين من البيض ، سمك القد ينتج ما يصل إلى ٦ ملايين ، سمك بروك ترلوت ينتج حتى ٥,٦٠٠، طائر السماء ١٤ بيضة في المتوسط ، طائر أبو الحناء من ٣ إلى ٥ بيضات ، الغزال أو الخروف ٢ أو واحد ، والحصان واحداً فقط . بعض الأنواع تنتج عدة مجاميع من البيض أو الصغار في فصل واحد أو سنة . معدل النمو حتى الفقس ثابت تقريباً في الطيور والثدييات ، ولكنه في الحيوانات الأخرى ، يختلف تبعاً لدرجة حرارة الوسط أو لظروف أخرى . الزمن التقريبى اللازم ، يكون مميزاً لكل نوع ، يتفاوت من ساعات قليلة لبعض اللاقناريات إلى عدة أشهر لأكبر الحيوانات .

الحيوانات لها غالباً عادات تربية خاصة تعمل على إنجاح التكاثر لأقصى حد ممكن . وتلك تشمل استعراضات الغزل التي تقرب ما بين الجنسين حتى يتم الجماع ، استخدام العشوش لتكفل الحماية للبيض ، والرعاية الأبوية للبيض والصغار . ويحمل البيض فوق الجسم أو في جيوب حاضنة بواسطة الإناث في بعض القشريات ، والحشرات ، والعناكب ، وبواسطة كل من الذكر والأنثى في بعض الأسماك والبرمائيات . الطيور ترقد وتحتضن بيضها ، وعلى ذلك فإن الحرارة من جسم الأبوين تسبب نمو البيض عند معدل منتظم في الثدييات . نمو الصغار بداخل رحم الأم ينتج نتيجة مماثلة . صغار بعض الخمل ، والنحل ، والدبابير تقوم بالغذاء في العش ، الخمل ، الأبيض والنحل الاجتماعي تغذى بطعام يجمعه الأبوان ، وصغار الثدييات تغذى باللبن الذى تفرزه الغدد اللبنية لأمهاتها .

١٠ - ١٣ نسبة الجنس

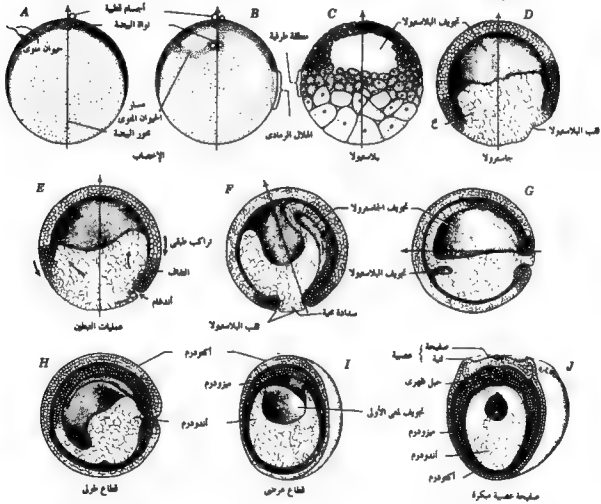
النسبة العددية بين الجنسين في نوع ما تسمى نسبة الجنس أو النسبة الجنسية . نظرياً ، يجب أن تكون هناك أعداد متساوية من الأمشاج المنتجة للذكور والأمشاج المنتجة للإناث ؛ في الواقع ، قد يوجد تفاوت إما في إنتاجها أو في الوفاة بين الأجنة أو الأطوار التالية . النسبة الجنسية تمين عادة بأعداد الذكور لكل مائة أنثى . في الإنسان ، تكون النسبة الأولية عالية ، ولكن الذكور تعاني من معدل وفيات أكبر ، سواء قبل أو بعد الولادة . بعض النسب المعروفة بعد الولادة هي : في الإنسان ١٠٣ - ١٠٧ : ١٠٠ ؛ الحصان ٩٨,٣ ؛ الماشية ٩٤,٣ - ٩٤,٧ . وتختلف النسبة باختلاف السلالة أو النسل ، الفصل ، وعوامل أخرى .



شكل ٩٠ - ٩ : حبات من أطوار التطلع والتطين في بيض الخليات . (أ) السهم ، التطلع كامل ، مع قليل ؛ قطر البيضة ٠,٩ مم . (ب) هاتشك . (ج) الصفدح ، تطلع كامل متصور ، مع كثير ؛ قطر ٢ مم . (د) مصادر متنوعة . (هـ) الطيور ، تطلع جزئي في قرص بلاستودرمي فوق كتلة نحية كبيرة ؛ قطر ٣٠ مم (عن بلاونت ؛ وباتن ، المهر الجيني المبكر في الكنكوت ، شركة كتاب ماك جرو هل) . (د) الثدييات ، تطلع كامل ، عملياً لا يوجد مع ؛ نسج غلاني خارجي وكتلة خلوية داخلية مكونة في البلاستولا والجاسترولا مكونة بهجرة خلايا الأندودرم من الكتلة الخلوية الداخلية (الخلايا) ، البيضة محاطة خلال التطلع المبكر بواسطة منطقة شفافة (من حويصلة جراف في البيض) ، التي تحمي فيما بعد . (د) عن جريجوري ؛ وباتن ، علم الأجنة للخنزير ، شركة كتاب ماك جرو هل .

التكوين

إن نقطة البداية لإنتاج فرد جديد عن طريق جنسى هي البويضة الخصية ، أو الزيجوت . الإنقسامات الميتوزية المتكررة تنتج خلايا كثيرة تتميز لتكون الأنسجة والأعضاء للفرد النامي ، أو الجنين . العلم الذى يختص بهذا الموضوع هو علم الأجنة . البنية التالية توجز النمو المبكر للصفدع (شكل ١٠ - ١٠) ، مع ذكر بعض الملامح للنمو المبكر فى الطيور والثدييات (شكل ١٠ - ٩) .



شكل ١٠ - ١٠ : التكوين الجنينى المبكر للصفدع . السهم الطويل بين محور البويضة . (أ) حيوان منوى عند سطح البويضة . (ب) مسار دخول الحيوان المنوى (فى مسوى الورقة) يقسم الحلال الرمادى ويحدد مسوى الطلح الأول . (ج) بلاستولا متأخرة (د) قلب البلاستولا متكون ، التطين يبدأ . (هـ) عمليات التطين . (و ، ز) التطين يستمر ، دوران البويضة على المحور ، العلاقات الأمامية الخلفية ، والظهرية البطنية متكونة . (ح ، ط) الجاسترولا كاملة . (ى) ابتداء الأجهزة العضوية . (د - ح) لقطاعات طويلة . (ط ، ي) لقطاعات عرضية . (فان أشكال ١٠ - ٩ ، ١٠ - ١١) . (أ - ج ، هـ) معاد رسمها بتصريح من كورتى وجالرى ، كتاب مرجعى للحيوان العلم ، جون ويلي وأبناؤه ، محدودة ، د ، ح - ي ، معاد رسمها من سيمان ، النمو الجنينى والتخلق ، مطبعة جامعة ييل .

١٠ - ١٤ البلاستيلا

في الحال بعد ما تحصب البويضة ، يصبح الزيجوت وحيد الخلية خليةتين ، تنقسمان إلى أربعة ، وهكذا عملية التفلق هذه تجزئ مادة البويضة إلى عدد متزايد من خلايا صغيرة أو فلجات ، كل بعد متساو من الكروموسومات . باستمرار التفلق ، تترتب الخلايا في شكل كرة مجوفة ، أو بلاستيلا ، بداخلها يظهر تجويف البلاستيلا (أو تجويف التفلق) . منطقتان رئيسيتان تبدوان واضحتين ، نصف كرة حيوانى علوى أو قطب من خلايا صغيرة داكنة بمع قليل ، ونصف كرة خضرى أسفل من خلايا أكبر ، شاحبة اللون ، وغنية في حبيبات الملح . بين هاتين المنطقتين ، توجد منطقة حولية من خلايا متوسطة الحجم . يسمى التفلق تقسماً كاملاً حينما ينقسم الزيجوت ، كما في الضفدع ، وهو تفلق يجزئ حينما ينقسم فقط جزء من الزيجوت ، كما في الكنتوت .

١٠ - ١٥ البطينة (الجاسترولا)

على التفلق عملية معقدة هي البطينة . خلايا المناطق الخضرية والحولية تتحرك تدريجياً نحو الداخل وتصبح مكسوة بخلايا نصف الكرة الحيوانى . فينتج كأس مزدوج الطبقات ، كما يحدث عند ضغط جانب من كرة مطاط مجوفة . هذا الكأس مزدوج الطبقات يسمى جاسترولا . يختفى تجويف البلاستيلا تدريجياً ، والتجويف الناتج من عملية البطينة هو تجويف الملى الأولى ، أو تجويف الجاسترولا (أركترون) . الفتحة الخارجية لتجويف الجاسترولا تسمى فتحة البلاستيلا (بلاستوبور) .

البطينة يستلزم ثلاثة أنشطة متصلة (شكل ١٠ - ١٠) : (١) الخلايا الأندودرمية المحملة بالمح بنصف الكرة الخضرية تندفع نحو الداخل (انغماد) ؛ (٢) الحلقة الجرثومية ، وبالذات الشفة العليا لفتحة البلاستيلا ، تنقلب للداخل (انغماد داخلى) ؛ (٣) ينمو الأكودرم إلى أسفل ، ليغطى في النهاية خلايا نصف الكرة الخضرية (تراكب طبقي ، أو نحو فوق) .

حينما تكتمل الجاسترولا ، فإنها تتكون من (١) طبقة خارجية أكودرمية ، من خلايا النصف الحيوانى ، (٢) طبقة داخلية أندودرمية ، من خلايا النصف الخضرية . وبين هاتين الطبقتين تنشأ (٣) طبقة ثالثة ، الميزودرم ، مشتقة من المنطقة الحولية . تلك هي الطبقات الجرثومية ، التى منها تتكون مختلف الأنسجة والأعضاء . الأكودرم سوف يكون الغطاء الخارجى للجسم ، الجهاز الحسى ، والأعضاء الحسية ؛ الأندودرم يكون بطانة القناة الهضمية ، وغدها ، والتركيب المتصلة بها ؛ الميزودرم يكون الأنسجة الضامة ، والمضلات ، وبطانة تجويف الجسم ، ومعظم الأعضاء الداخلية .

١٠ - ١٦ تماثل الجسم والمخاور

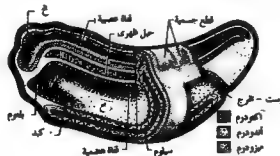
محور البويضة يمكن تصويره كخط يمتد خلال القطبين الحيوانى والخضرى . يتكون هلال رمادى

عادة على خط طول يبعد ١٨٠ درجة من نقطة دخول الحيوان المنوى ، وينشطر بواسطة مستوى الإنقسام الأول . هذا الأخير سوف يصبح المستوى الوسطى للجنين في المستقبل ؛ ومن ثم فإن مسار دخول الحيوان المنوى يحضر احتمالات الجانبى . الشفة العليا لفتحة البلاستيولا ، حيث يلتقى الأنودورم والمنطقة الحولية ، تنمو فوق خلايا النصف الحضرى عندما يبدأ البطون ؛ وحينها يصبح كل الأنودورم في الداخل ، يكون محور البويضة الأصل قد دار حوالى ٩٠ درجة . الطرف السفلى السابق للمحور يصبح عند فتحة البلاستيولا الكاملة ، محدداً الطرف الخلفى للحيوان في المستقبل ، حتى أن محور الجسم الطولى يصبح ممزجاً . صفيحة الخلايا الميزودرمة ، الملتفة نحو الداخل عند الشفة العليا لفتحة البلاستيولا ، تحدد المنطقة الظهريّة ؛ وفي الحال بعد البطون ، فإن الثيتين العصبيتين على السطح ؛ من فتحة البلاستيولا أماماً ، تعطين دلالة خارجة عن السطح الظهري .

١٠-١٧ الجسین

بعد التبطين ، يبدأ التحفيز الأساسي للجنين . يوجد في الطبقات الجرثومية الثلاثة ، جيوب داخلية وجيوب خارجية ، وأنفاخات ، وانقسامات ، وغورات أخرى تؤدي إلى تكوين الأعضاء والأجهزة العضوية (شكل ١٠ - ١١) .

الجهاز العصبي يبدأ ظاهرياً كزوج من الثنيات العصبية . ينخفض الأكودرم بين تلك الثنيات وتلتقي الثنيتان مكونتين أنبوبة عصبية (قناة) ، تكرر عند الطرف الأمامي لتصبح المخ . على كل جانب ، بين الأنبوبة العصبية والأكودرم ، يتكون صف من خلايا كمرع عصبى ، يكون فيما بعد الجنور الظهري أو الحسية للأعصاب الشوكية تنمو إلى داخل الحبل الشوكى . الجنور الحركية تنمو فيما بعد بطنياً من الحبل الشوكى . المخ المبكر يتكون من ثلاث حويصلات ، المخ الأمامى ، والأوسط ، والخلفى المخ الأمامى يكون التصغكرويين والمخ البنى ؛ ومن المخ الخلفى ، ينشأ المخيخ والنخاع المستطيل . وتنمو حويصلة بصرية طرفياً على كل جانب من المخ الأمامى بوبنه الإكودرم على جانب منطقة الرأس ليكون حويصلة العدسة السمكية التى سوف تنتج عدسة العين فيما بعد . وفى نفس الوقت ، فإن السطح الخارجى لكل حويصلة بصرية يصبح مقعراً بالإنضمام ويكون الشبكة .



شكل ١٠ - ١١ : رسم مجسم لجنين صندوق ميكرو منزوعة طبقاته الخارجية ، لين ابتداء الأجهزة العضوية .

أنودورم تجويف الجاسترولا الأولى يصبح البطانة الداخلية للقناة الهضمية . أماما ، عند بلعوم المستقبل ، تتقابل بروزات ثلاث من القناه على كل جانب مع ثلاثة إندغامات مماثلة من جانب الرقبه ، ويتم تشققها لتكون الفتحات الخيشومية . خلف البلعوم ، يكون بروز بطني وسطي برعم الكبد ، الذى يكون فيما بعد الكبد والقناه الصفراوية . يتكون بطنيا إنضمام فى الأكتودرم (مقدم المعى) فى منطقة الرأس ، وآخر مماثل (معر شرجى) عند الطرف الخلفى . أثناء التكوين الجنينى ، يتصل هذان الإنضمامان بإنودورم القناة الهضمية ليصبح مقدم المعى تجويف الفم ، والمعر الشرجى القناة الشرجية ، وكلاهما مبطنان بالإكتودرم . أثناء الطور اليرق ، ينمو بروز بطنى من البلعوم خلفا بقصين ويكون الحنجره ، القناة الهوائية والرئتين .

أثناء التطين ، ينمو الميزودرم نحو الداخل فوق الشفاه الجانبية والبطنية لفتحعة البلاستولا ويشق طريقه بين الأكتودرم والأنودورم . الخلايا فى الجزء الوسطى الظهري ترتب فى قضيب مصمت ، الحبل الظهري ، بين الأنبوبة العصبية والمعى الأولى ، يعمل كمحور دعامى للجسم . الميزودرم عند كل جانب من الحبل الظهري ينمو لأسفل كصفحة منحنية بين الأكتودرم والأنودورم ، وتلتقى الصفحتان بطنيا أسفل الكتلة الخفية . الجزء السفلى الرقيق (القطعة العضلية السفلى) لكل صفحة ينشطر إلى طبقتين . الطبقة الخارجية تنطبق على الأكتودرم وتصبح اليربتون الجدارى ، والطبقة الداخلية تحيط بالمعى (والأعضاء الأخرى فيما بعد) لتعطى اليربتون الخشوى (والعضلات المساء للمعى) ، والمسافة بين الطبقتين هى تجويف الجسم أو السيلوم . الميزودرم العلوى (القطعة العضلية العليا) على كل جانب من الأنبوبة العصبية والحبل الظهري تكون سلسلة طولية من كتل عقلية أو قطع جسمية . كل قطعة جسمية تتميز إلى ثلاثة أجزاء : جزء خارجى رقيق (قطعة أدمية) تصبح أدمة الجلد ، جزء داخلى سميك (قطعة عضلية) تكون فيما بعد العضلات الإرادية ، وبالقرب من الحبل الظهري خلايا مبعثرة (قطعة هيكلية) تنمو حول الأنبوبة العصبية والحبل الظهري لتكون الفقرات (الهيكل المحورى) ؛ من غضروف أولاً ولكن يحل محله عظم فيما بعد . بين الصفائح البطنية والقطع الجسمية ، يوجد جزء ثالث (القطعة الوسطية) يمثل سلفاً للجهاز الإخراجى ، وأجزاء . من الجهاز التناسلى .

تفاصيل أكثر من النمو الجنينى كثيرة للغاية لتتبعها هنا . فى الضفادع ، بعد بضعة أيام (متوقفة على نوع الضفدع ودرجة حرارة الماء) ينطلق الجنين من غطائه الجيلاتينى ليفقس كأى ذببية ، أو يرقة . وفى الحال ، يبدأ فى التغذية والنمو . يستمر النمو لبضعة أشهر ، ثم يحدث تحول بواسطته تحول اليرقة إلى ضفدع .

النمو المنتظم من زيجوت وحيد الخلية إلى حيوان كامل مترابط ومتناسق بدرجة كاملة يمثل ظاهرة مميزة للحياة . النمو يحدث بازدياد أعداد الخلايا ، ولكن الحجم والشكل تتحدد بالنمو التفاضلى لأجزاء الجسم ، وجميع عمليات النمو تتوقف على التوقيت الدقيق الذى يقع إلى حد كبير تحت تأثير هورمونى (فقرة ١٠ - ٢١) .

١٠ - ١٨ التكوين في الطيور والثدييات

بيض الطيور ، والزواحف ، وكثير من الأسماك يحتوي على كمية كبيرة من المح ، للدرجة أن انقسام الكتلة الكلية يكون مستحيلاً . تبدأ العملية في منطقة صغيرة من البروتوبلازم ، أو القرص البلاستودرمي ، عند القطب الحيواني . بواسطة التفلق السطحي (الجزئي) ، تتكون صفيحة من الخلايا تماثل البلاستيولا الكروية للصفدع (شكل ١٠ - ٩ جـ) . هو التالى لجنين الطائر ، يشبه إلى حد كبير مثيله في الضفدع ، في الطريقة التى بها تتكون الأعضاء . الجيوب الخيشومية والفتحات الخيشومية تظهر في الأيام القليلة الأولى ، ولكنها سرعان ما تغلق . الأندودرم والميزودرم على كل الجانب ، ينتشران حول المح ليكونا كيس المح الذى يضمه جدار الجسم البطنى قبيل الفقس . ثم تتكون سنة البيضة الكلسية على قمة المنقار ، التى بواسطتها يكسر الطائر الجنينى القشرة ويفقس نحو الخارج كفرخ صغير .

بيض جميع الثدييات العليا أو الثدييات المشيمية دقيق ، بلا مح عملياً ، ويتجزز بداخل جسم الأنثى للنمو . البيضة كلها تنقسم (شكل ١٠ - ٩ د) ، ويتكون كيس محي . بعد طور الجسترولا ، فإن نمو جنين الثدييات يشبه نمو جنين الطائر أثناء أطواره المبكرة ، تظهر الجيوب الخيشومية والفتحات وسرعان ما تغلق .

١٠ - ١٩ الأغشية الجنينية (شكل ١٠ - ١٢)

أجنة الزواحف ، والطيور ، والثدييات لها سلسلة من الأغشية الجنينية تجمعها ضد الجفاف والصلدمات ، وتؤدي وظائف التنفس ، والإخراج ، ووظائف ضرورية أخرى أثناء الحياة الجنينية . تلك الأغشية هى الرهل ، الكوريون ، كيس المح ، والألانتويس أو الغشاء المنبرى ؛ كل يتكون من طبقتين من النسيج الجنينى . يكون الرهل كيساً مغلقاً حول الجنين متمكلاً بسائل رهل مائى ليحفظ الجنين رطباً ويحميه ضد الصدمات والإحتكاك . الكوريون يحيط بالرهل . كيس المح في الزواحف والطيور يمد المح تدريجياً بداخل القناة الهضمية لتغذية الجنين . الغشاء المنبرى يندفع نحو الخارج من المعى الخلفى ليتمد مقابل الكوريون وأغشية القشرة . وعلى ذلك فإن الأوعية الدموية تنمو على سطحه ، ليحمل كعضو جنينى تنفسى وإخراجى . كل تلك الأغشية تتمزق وتطرح حيناً تفقس الصغار .

١٠ - ٢٠ المشيمة والحبل السرى

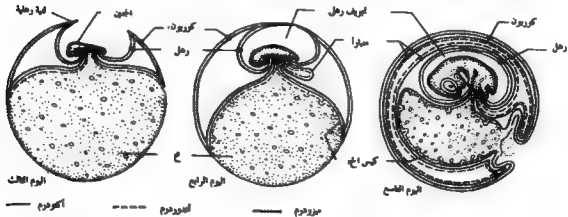
بويضة الثدييات الدقيقة تمر لأسفل في قناة البيض لتستقر على السطح الداخلى لرحم الأم . سرعان ما يتكون الرهل ويمتلئ بسائل . الكوريون والغشاء المنبرى ينموان ويلتصقان بالرحم ، حيث تقترب الأوعية الدموية الجنينية للغشاء المنبرى مع الأوعية الدموية للأم في جدار الرحم . زوائد ، أو محلات ، من الكوريون تملأ في انخفاضات في سطح الرحم ، والتركيب الناتج الموصل بين الجنين

والأم يسمى المشيمة (شكل ١٠ - ١٣) . ومن ثم فإن المواد الغذائية والأكسجين تمر من الأوعية الدموية للأم خلال عدة طبقات خلوية بينة إلى دم الجنين ، ويمر ثاني أكسيد الكربون والفضلات الإخراجية في الاتجاه المضاد ، ولكن لا يوجد اتصال مباشر بين الدورتين الأموية والجنينية . درجة الترابط بين التركيبات الأموية الجنينية وشكل المشيمة تختلف بين الثدييات المختلفة . الجنين النامي يكتسب شكل الحيوان الثديي المميز . من السطح البطني لجسم الجنين ، يمتد حبل سرى رخو مرن ، ليوصل شريائين ووريداً متصل بالشعيرات الجنينية في المشيمة . حينها يكون جنين الثدييات قد اكتمل نموه ، تحدث الولادة (الوضع) . يتسع مهبل الأنثى ، وثمة انقباضات بطيئة منتظمة للرحم تدفع الجنين تدريجياً نحو الخارج . الزهل إما أن ينفجر في هذه العملية ، أو يمزق بسرعة بواسطة الأم ، حتى يمكن للصغير المولود حديثاً أن يتنفس الهواء ، وسرعان ما يتمزق الحبل السرى . المشيمة إما أن تخرج مع الجنين أو تنزل فيما بعد ، « كخلاص » ويؤكل عادة بواسطة الأبوين في الثدييات البرية .

١٠ - ٢١ تنظيم التكوين

المورمونات (فصل ٨) تنظم تتابع وتوقيت أحداث كثيرة في التكاثر والتكوين . فهي تسبب في جعل صفار الحيوانات الياقة ناضجة جنسياً . وتحت إنتاج الأشماج ، وتحفز سلوك الجماع الجنسي . وهذا معروف جيداً في الفقاريات ، وبالذات في الثدييات ، حيث أن المورمونات من الغدة النخامية الأمامية والأعضاء التناسلية لها أدوار رئيسية .

تاريخياً ، توجد نظريتان متضادتان لشرح التكوين . نظرية التخلق السبقى التي نادى بها هارف ، مالبيجي ، وغيره من علماء الأجنة الأوائل . تفترض أن كلاً من البويضة والحيوان المنوى يحتوي على « جرثومة » مختلفة سلفاً تماماً ولكن بصورة غير مرئية ، ولكنها تتسع إلى حجم وشكل مرئيين



شكل ١٠ - ١٢ : ثلاثة أطوار في نمو الأغشية الجنينية للكوكوت ، رسم تحيطلي لقطاعات طولية ؛ للشرية ، الأغشية القشرية ، والزلال مخلوطة (قارن بأشكال ٩٠ - ٩٤ ، ١٠ - ١٣) .

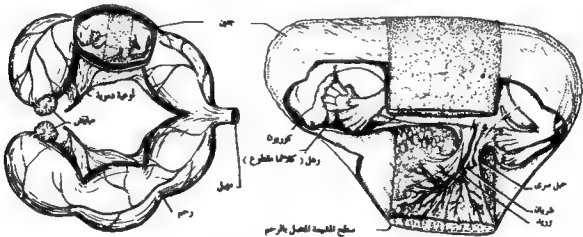
أثناء التكوين. نظرية التخلق المتعاقب المضادة تعتبر أن البويضة تفتقر إلى التنظيم الداخلي وأن قوة خارجية هي المسؤولة عن التكوين. البحوث الجينية الحديثة قد أوضحت أن سيتوبلازم البويضة به بعض العناصر السابقة التخلق، وأن قوتين خارجية وداخلية تعملان معاً أثناء التكوين.

١٠ - ٢٢ العظيم

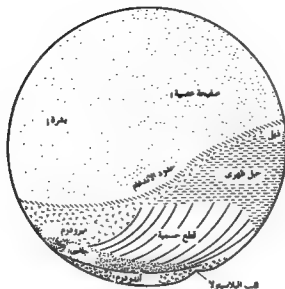
بيض الأنواع المختلفة يتباين في درجة التنظيم قبل وبعد الإخصاب. في بيض بعض الحيوانات الملامية، يمكن أن تنفصل البلاستوميرات، حتى طور الأربع خلايا، حيث تنتج كل خلية جنيناً كاملاً ولكنه صغير نسبياً يبيض السهم يحدث له نفس الشيء في طور الخليتين، وإذا ما فصلت بعناية البلاستوميرات في طور الخليتين في السلمندر، قد ينتج جنينان كاملاً. في مثل هذا التفج غير المحدد، كل بلاستومير، إذا جرت، يمكن أن تنتج فرداً منفصلاً وكاملاً. وعلى النقيض، فإن انفصال البلاستوميرات أو المجمع الخلوية أثناء الإنقسام في بيض المشطيات، والرخويات، وبعض الشعب الأخرى يسبب أن كلاً تنتج فقط ذلك الجزء من الجنين الذي تكونه في بيضة سليمة. هذا «التفج المحدد» يدل على تنظيم بداخل البويضة قبل التفج.

جزء واحد قد يؤثر في آخر، كما يظهر في حالة يبيض السهم أو البرماتيات، التي تفصل جزئياً في طور الخليتين وتكون أجنة على شكل - > بطرفين أماميين.

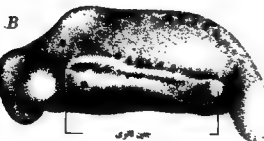
الدليل على التنظيم اللاحق في البويضة في البرماتيات وعلى الوقت أو الطور الذي يحدث فيه، قد أُستمد من صبغ خاص (حيوي) وأيضاً من زرع مناطق صغيرة من الجنين. من دراسات عديدة من هذا النوع، قد اتضح «تنظيم افترضى» يحكم في البلاستويلا المتأخرة والجاسترولا المبكرة،



شكل ١٠ - ١٣ : اليسار : قناة تناسلية كاملة لأفعى القبط ؛ الرحم مطروح لوضع موضع جينين واحد .
اليمين : جينين القبط بمشيمة متطابقة مقطوعة وجزء من الأغشية الجنينية مزالة ليان علاقات الحبل السرى ، الأوعية الدموية ، والأغشية .



شكل ١٠ - ١٤ : أماكن المناطق المكونة فوق بيئة السلمندر ، تريهوس ، عند بدء البطين . البشرة والصلبة العصبية سوف تتفان من الاكودوم ؛ الصلبة الجانية ، القطع الحسية ، والحبل الظهري من الميزودوم (محور عن فوت) .



شكل ١٠ - ١٥ : تأثير منظم مزروع على نمو المكر للسلمندر (تريهوس نيبياس) . (أ) منظر جانبي يوضح الصلبة العصبية الثانوية - الشريط الأبيض - الناتج عن منظم منزوع من نوع آخر (تريهوس كريستاتس) . (ب) طور متأخر يبين تأثير مينا حويصلات الأذن ، أنبوبة عصبية صلبين من القطع الحسية ، ورغم اللؤلؤ . (عن سيمان ومالجرول ، ١٩٦٤) .

وتأكدت العمليات المعقدة الموصوفة من قبل (قرة ١٠ - ١٧) في التبطين . بين طور الخليتين (حيث كل بلاستومير قد تنتج جنيناً متفصلاً) ونهاية التبطين ، قد تميزت مواد لكل من المناطق الرئيسية للجنين المبكر (شكل ١٠ - ١٤) .

الشفة الظهرية لفتحة البلاستيولا هي منطقة ذات تأثير قوى في تحديد النمو الجنيني اللاحق . إذا ما زرعت قطعة من البشرة الافتراضية عند بدء التبطين على الشفة الظهرية ، فإنها سوف تحمل نمو الداخل وتشترك في إنتاج القطع العضلية ، جدار المعى ، أو أعضاء أخرى متوقفة على مكان وصولها ؛ في أية حالة ، فإنها تشارك في مشتقات الميزودرم أو الأندودرم ، وليس الأكتودرم . الميزودرم الطرفي الافتراضي المنزوع في أكتودرم جاسترولا ، سوف يصبح بشرة (أكتودرم) . ولكن إذا ما زرع جزء من الشفة الظهرية تحت أكتودرم جانبي أو أكتودرم البطن ، فإنه سوف يسبب تكوين جنين ثانوي هناك فوق الجنين العائل (شكل ١٠ - ١٥) . الحبل الظهري ومشتقات الشفة الظهرية الأخرى تأتي من الجزء المنزوع ، ولكن النسيج العصبي ينشأ من أكتودرم العائل المحلى ، الذى يغير ذلك يصبح بشرة .

دليل تابع الوقت في التنظيم ، تم التوصل إليه بواسطة تبادل الأجزاء المنزوعة من البشرة الافتراضية والصفحة العصبية (كلاهما إكتودرمى) بين أجنة إثنين من السلندر لها يرض من لون مختلف . إذا نقل جزء من بشرة افتراضية داكنة من تريتورس تيناس إلى منطقة الصفحة العصبية الافتراضية للتريتورس كريستاتس الفاتح اللون فإنها تصبح صفحية عصبية إذا كان النقل أثناء طور الجاسترولا المبكرة . ولكنها تستمر كبشرة داكنة حتى في المخ ، إذا ما نقلت في الجاسترولا المتأخرة . في حالة الزرع المبكر ، فإن المنطقة تحدد طبيعة التمييز التالى ، في حين أنه في الحالات المتأخرة ، فإن المادة التى تنقل « معددة » من قبل فيما يختص بنوع النسيج المفروض أن تنتجه . إن تحديد مصير الأنسجة في النمو الجنيني يعزى إلى « منظمات » بواسطة هانز شيمان (ألماني ، ١٨٦٩ - ١٩٤١) . مثال عن وجود منظمات في أطوار متأخرة يرى في نمو العدسة لعين فقط في وجود حويصلة بصرية . إذا ما أزيلت الحويصلة ، لا تتكون عدسة ؛ وإذا نقلت الحويصلة من الرأس إلى مكان آخر في الجسم ، فإن عدسة قد تتكون حيثما تلامس الحويصلة البصرية الأكتودرم .

١٠ - ٢٣ التفاعلات الخلوية والنسجية

إن الترتيب المذهل للعمليات المعقدة ينتج نمو بناء كائن عديد الخلايا . كثير منها لم يُحل لغزها حتى الآن ؛ ولا يزال البعض قد كُثِفَ عنه على الأقل جزئياً . حتى بالنظريات التى تفسر تلك الأخيرة ، فليس من الممكن تفسير كيف أن الخلايا تهاجر نحو أماكن معينة من الجنين ، كيف تنظم في أنسجة وأعضاء معددة . وكيف أن توازناً يصاد ، مثل كون نسيج أو عضو لا يبدأ في إغترصاب معظم التجويف في الجنين . بمعنى آخر ، كل نسيج ، عضو ، أو مجموعة من الخلايا للكائن يجب ألا تنمو منفصلة عن الأخرى . التمييز النسيجي وتنظيم النمو تحدث إلى حد كبير من خلال تبادل المعلومات بين الخلايا عن طريق رسائل كيميائية تحدد نمو جميع أجزاء الجنين . عمليات عديدة

بالإضافة إلى المنظمات (فقرة ١٠ - ٢٢) تسهم في التمييز والتنظيم .

في الإحداثيات التعلونية ، يتفاعل تبادلياً نسيجان ناميان أو أكثر ليجملا كلاً منهما ينمو عتلفاً عما لو كانا منفصلين . في جنين الفأر ، مثلاً ، نجد أن الأنابيب المفرزة والمجمعة للكلية الفعالة ، تبدأ التكوين في كتلتين نسيجيتين مختلفتين . إذا كان النمو ليتقدم طبيعياً . فإن الإثنتين يجب أن تكونا على علاقة وثيقة ببعضهما . وقد اتضح ذلك بفصل الكتلتين في أوساط مزرعية ، ومن ثم لا يمكن أن تتكون المجموعتان من الأنابيب .

في عملية الكبح ، فإن خلية أو كتلة نسيجية تعوق نمو خلية أخرى أو نسيج آخر .

خلال تفاعل تعاوني (مفهوم كتلة حرجية) فإن خلايا عديدة لها القدرة على إنتاج ما لا تستطيعه خلايا قليلة . فمثلاً ، إذا أزيلت قطعة كبيرة من الجنين ، وزرعت منفصلة ، فإنها تواصل النمو طبيعياً وتنتج الأنسجة المتوقعة من تلك المنطقة . ولكن ، إذا ما قطعت نفس القطعة إلى قطع عديدة صغيرة وزرعت ، فإن الأنسجة الأكبر تخصصاً سوف لا تنمو ، رغم أن النسيج يعيش . ويبدو أنه توجد كتلة حرجية ضرورية تلزم لتسمح للنمو آخر للنسيج .

الطرق اللازمة في العمليات السابقة غير معروفة أو معروفة بصفة غير كاملة .

مراجعة :

- ١ - هل يوجد دليل حديث فيما يخص بالخلق الداني ؟
- ٢ - معظم الحيوانات فيها تكاثر جنسى . ما هى الصفات التى تميزه عن التكاثر اللاجنسى ؟
- ٣ - كيف يختلف البيض والحيوانات النوية فى التركيب والوظيفة ؟
- ٤ - عرف : النسل المبيض ، وحيد المسكن ، مستقبل منوى ، حوصلة جراف ، مادة جرثومية ، كروموسومات متجانسة .
- ٥ - ميز بين الانقسام الميوزى والانقسام الميوزى . لماذا يكون الإنقسام الميوزى ضرورياً ؟
- ٦ - ما هى الأطوار فى نضوج خلية جنسية ذكرية ؟ كيف يختلف النضوج فى خلية أنثوية ؟
- ٧ - ماذا يُعجز الإخصاب للتكوين ؟ لعدد الكروموسومات فى الفرد الجديد الناتج ؟
- ٨ - ظاهرياً يبدو مفيداً تواجد كل الجنسين فى نفس الفرد ومن ثم لا يلزم البحث عن وليف . ومع ذلك فإن معظم الكائنات التى تتناسل جنسياً ليست عشى ، ولكنها ثنائية المسكن . هل من الممكن أن تين ميزة فى هذا التنظيم ؟
- ٩ - ما الذى يتم بواسطة البطين ؟ ما هى الملامح التركيبية لجسترولا ؟ كيف يختلف هذا الطور بين الضفدع والبطائر ؟
- ١٠ - من أية طبقات جرثومية تشق التركيبات الياقة الآتية فى حيوان فقارى : بطانة المعدة ، الفصين الخمين ، بطانة تجويف الجسم ، تجويف الفم ؟
- ١١ - ما هى الأغشية الجينية ؟ فى أية فقاريات تنمو ؟ أية أغراض تؤدىها ؟
- ١٢ - كيف يحصل الكائن البشرى النامى على الطعام والأكسجين قبل مولده ؟ أية صفات تركيبة للأم والجنين تستخدم فى ذلك ؟
- ١٣ - ما هو المقصود « بالتنظيم » فى بويضة قبل أو بعد ما يبدأ التكوين ؟

الفصل الحادى عشر

توارث الصفات وعلم الوراثة

تتجه كل الحيوانات والسانات إلى إنجاب ما يشابهها الشبيه يميل إلى إنجاب الشبيه ، صغير الكلب دائماً حرو ، وصغير القط قطيط وليس جروا . ومع ذلك فإن الذرية قد تختلف فيما بينها ، وقد تختلف أيضاً عن آمانها بدرجات متفاوتة . فكلاب الحراسة ذات السلالة النقية تنجب عند تزواجها صغار تنمو وتصبح شبيهة للأبوين تماماً ، أما إذا وجدت الفرصة وتزاوج إثنان من كلاب مختلطة الأنواع (هجين) ، فإن سلتهما يكون دائماً متباين الأنواع . ولقد عرف الإغريق القدماء أن الآباء زرق العيون لهم أبناء عيونهم زرقاء ، وأن ظاهرة الصلع وحول العيون تظهر في الأجيال المتعاقبة ، وأن بعضاً من عيوب العيون يظهر في عائلات معينة . هذا الانتقال للصفات من جيل إلى آخر يسمى التوارث أو توارث الصفات .

ويختص التوارث بسميزات مبنية على أساس الأصل أو النسب تتواجد في الكائنات الحية إما في صورة ظاهرة أو في صورة مستتره ، والتي حصلت عليها من أسلافها . وهذه السميزات إما جسدية أو فسيولوجية ، وتضم أيضاً الصفات الغريزية والمظاهر النفسية في الحيوانات الراقية والإنسان . تسمى الاختلافات التي توجد بين أفراد من نفس النوع بالتنوع الذى ينقسم إلى قسمين تنوعات بيئية وتنوع عن الاختلاف في الغذاء ودرجة الحرارة أو العوامل الخارجية الأخرى ، وتنوعات وراثية تظهر في البعض من الذرية دون أن يكون للبيئة أى تأثير في ظهورها . ويبحث علم الوراثة في موضوع التشابهات والاختلافات الناتجة عن التوارث وكذلك في مصدرها وتكوينها .

يساعد علم الوراثة في الزراعة وذلك بتحسين الشكل والإنتاج ، ومقاومة الأمراض ، وبعض المظاهر الأخرى للحيوانات المانجة ونباتات الزراعة . وقد تم التوصل إلى كثير من المعلومات عن الوراثة في الإنسان ، بعضها له تطبيقات عملية . وقد ساعدت الوراثة في دراسة التطور ، وعلم الأجنة ، وفروع أخرى من العلوم . ولعلم الوراثة قيمة ثقافية كبيرة في القضاء على كثير من المعتقدات الخاطئة والخاصة بتوارث الصفات .

وحتى القرن الثامن عشر تم معرفة القليل عن توارث الصفات ، حتى تقدمت المعلومات الخاصة عن الزوجية في النباتات وفي تهجينها . وقد تمكن كول رويتر (١٧٣٣ - ١٨٠٦) وآخرون من إنتاج هجينات خصبة وذلك بواسطة عمليات التلقيح الاصطناعى ، كما وصفوا سمات الأبوين والهجين الناتج ولكن لم يكن عندهم الفهم الواضح للعمليات الوراثية .

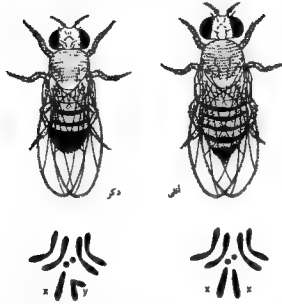
١١ - ١ مندل

كان جريجور يوهان مندل (١٨٢٢ - ١٨٨٤) أول من أجرى تجارب دقيقة في توارث الصفات ، ووضع القوانين الأساسية في علم الوراثة . لقد كان مندل راهبا ناسكا بقم في دير أوجستينين في بلدة برين في النمسا (شكل ١ - ٧) . ولقد لاحظ مندل أن كل السابقين الذين أجروا عمليات تهجين قد فشلوا في إيجاد قانون أو قاعدة أساسية للتوارث حيث أنهم لم يقوموا بتتبع الصفات الناتية خلال الأجيال المتعاقبة كما أنهم لم يقوموا بأى تسجيل عددى للنتائج التى حصلوا عليها . ولذلك فقد خطط مندل لإجراء تجارب دقيقة لكى يتحظى بها هذه العقبات . وقد اختار مندل للدراسة نبات [البازلاء (بيسوم)] ، وأمضى عامان في اختيار سلالات ذات صفات واضحة ومتضادة ، وكذلك لكى يتأكد أن كل ما تجمع لديه من السلالات كان نقيا . ثم أجرى مندل خلال الست سنوات التالية الكثير من عمليات التهجين بواسطة التلقيح الاصطناعى . ولقد تم إجراء كل عملية على ثلاثة أجيال أو أكثر ، ومع كل تجربة قام مندل بعمل حصر عددى لكل النباتات والحيوب الناتية من كل نوع . ثم قام مندل بتحليل هذه النتائج ، ومنها استنتج أهم قانونين أساسيين في الوراثة . لم يشد تقريره (٤٤ صفحة) لسنة ١٨٦٦ ، الذى نشر في إحدى المجلات المغفورة ، إنتباه العالم إلا في عام ١٩٠٠ وذلك بواسطة ثلاثة من البحوث الآخرين ، دى فريز ، وكورينز ، وفون تشماك حيث توصلوا إلى نفس نتائج مندل ، كل على حدة .

لقد أعطت اكتشافات مندل قوة دفع كبيرة لدراسة توارث الصفات حيث قام علماء الوراثة بإجراء العديد من التحارب الدقيقة على كثير من النباتات والحيوانات . ومن أهم تلك التجارب استخدام ذبابة الفاكهة أو دبابه التفاح دروسوفيلاميلانوجاستر بواسطة كاستل ، ومورجان ، وآخرين . وهذه الحشرة الصغيرة (شكل ١١ - ١) يمكن تربيتها بسهولة في أواني مزودة بالطعام ، أو مستنبت ، ليرقاتها . ويعطى الزوج من هذه الحشرات ٢٠٠ أو أكثر من الأفراد ، وتتكاثر الأجيال كل ١٠ أو ١٤ يوما . وباستخدام هذه الحشرة المتوفرة أمكن تفسير كثير من المشكلات التى تتطلب كثيرا من الأفراد والأجيال ، وكذلك أمكن تطبيق التحليل العددى للنتائج .

١١ - ٢ التهجين الأحادى

هذا تزاوج يختلف فيه الأبوان في زوج واحد من الصفات المتبادلة ، عندما يتم الزواج بين خنازير غينيا نقية السلالة سوداء اللون وأخرى بيضاء اللون (شكل ١١ - ٣) ، فإن كل أفراد الجيل التالى



شكل ١١ - ١ : ذبابة الفاكهة ، *دروسوفلا ميلانوجاستر* ، المستخدمة في دراسات الوراثة مكبرة جداً . تظهر مجموعة ثنائية من الكروموزومات ، مشاراً إلى الكروموزومات الجنسية (XY, XX) . والذكر أصغر من الأنثى ، يطنه بها ثلاثة أشرطة سوداء ، يمتد الأخير تحت النهاية الخلفية المستديرة . الأنثى أكبر ، البطن منقطع ولكنه مدبب بوجه خمسة أشرطة سوداء غير متصلة من الناحية الطية .

(F₁) تكون سوداء اللون بصرف النظر أى من الوالدين كان لونه أسوداً أو أى كان لونه أبيضاً . وعندما يتم التزاوج بين جيل الأفراد الأول فإنها تنجب الجيل الثانى (F₂) الذى تكون النسبة فيه في المتوسط ثلاثة أرباع سوداء اللون مثل لون الجد الأسود والربع الأخير أبيض اللون مثل الجد أبيض اللون . من الملاحظ أن صفة لون الفراء الأبيض قد اختفت في الجيل الأول ثم ظهرت في الجيل الثانى . ولو سمح لأفراد الجيل الثانى البيضاء أن تتزاوج فيما بينها فإنها تنجب دائماً أفراداً بيضاء فقط في الجيل الثالث ، أما إذا تم التزاوج بين أفراد الجيل الثانى السوداء فإن ثلث الناتج تكون أفراداً سوداء ، والثلثان الآخران تكون أفرادهما سوداء وبيضاء بنفس نسبة الجيل الثانى . ومن ثم ، كما ذكر مندل ، عندما تتزاوج إثنان من الصفات المتضادة ، فإن إحداها تكون سائدة (بالثة أو واضحة) في الجيل التالى F₁ والأخرى تكون متنحية (كامنة أو مخفية عن الظهور) . وفي الجيل التالى (F₂) فإن هاتين الصفتين تعزلان بنسبة ٣ : ١ . وعلى ذلك فيمكن صياغة القانون الأول لماندل لصياغة حديثة : العوامل المسببة لزوج من الصفات تكون منعزلة . في المثال (شكل ١١ - ٣) توجد كل أمشاج الذكور السوداء نقية السلالة تحمل العامل P (أسود) وأمشاج الإناث البيضاء تحمل العامل p (أبيض) . وهذه العوامل تظهر ثانية بدون تغيير في أمشاج الجيل الأول (F₁) دون أن يكون لإحداها تأثير على الآخر في تواجدها وارتباطها في الهجين . كل مشيخة تكون نقية تحوى عاملاً واحداً من العاملين . ويطلق الآن على العوامل المستولة عن تكوين زوج من الصفات المتبادلة أو المضادة كما درسها مندل بالضواد أو الأليلو مورفيه .

بعض الأمثلة عن المميزات البسيطة (أحادية التهجين) في الحيوانات المستأنسة هي كالتالى
(الصفة المتنحية توجد بين قوسين) .

الحيول	الركشى (الخطر)
الكلاب	ذيل سميك (ذيل عاوى)
القطط	خطط (أسود أو أزرق)
	شعر قصير (شعر طويل أو المنجورا)

١١ - ٣ ميكانيكية التوارث

كان مندل أول من أشار إلى الفرق بين الصفة المرئية الحقيقية وذلك « الشيء » الذى يسبب تكوينها . من الواضح أن الصفة لا يمكن أن تتواجد في الأمشاج التى تتحد في عملية الإخصاب لتعطي فرداً جديداً . ولكن شيئا يمثل تلك الصفة وهو المسئول عن تكوينها هو الذى يوجد في المشيجة . وعامل الصفة هذا يعرف الآن باسم الجين ، وهو وحدة الوراثة الذى ينتقل بواسطة المشيجة ويسبب تكوين صفة وراثية من خلال تفاعله مع الجينات الأخرى ، والسيترولزم والبيئة المحيطة .

حيث أن الأمشاج هي فقط المواد التى تنتقل من الآباء لتكوين أفراد جديدة في الجيل التالى ، فعلى ذلك فإن ميكانيكية العملية الوراثية يجب أن تتواجد بها . وبإعادة ما سبق أن ذكر (فصل ١٠) أنه (١) في الإنقسام الإحتزالي تستقبل كل خلية (مشيجة) من خلال عملية فرز عضوى واحدا من كل زوج من أزواج الكروموسومات المتشابهة ، (٢) عند الإخصاب يتم لقاء عفى (بالصدفة) بين البيضة وحيوان منوى ، (٣) تتضمن كروموزومات نواة البيضة ونواة الحيوان المنوى لتكون الزيجوت ، و (٤) أثناء نمو الجنين وبعده تحصل كل خلية في الفرد الجديد بواسطة عمليات الإنقسام غير المباشر على العدد المساوى والمشابه من الكروموزومات لذلك الموجود في الزيجوت .

حيث أن تورث الصفات في التكاثر الجنسي يتم عن طريق إنتقال مميزات الأبوين بواسطة الأمشاج ، فإن الكروموزومات تمثل الوسيلة التى تم عن طريقها هذه العملية . لقد أثبتت تجارب معينة ما يلى :
(١) إن البيضة التى تنزع عنها نواتها ثم تلقح بحيوان منوى تنتج فرداً يحمل مميزات الأب فقط ،
(٢) البيض الناضج الذى يكون جنينا عن طريق التكاثر البكرى الإصطناعى ينتج أفراداً تحمل صفات الأم فقط ، و (٣) عند إزالة جزء من سيتوبلازم البيضة فإنها تنتج بعد تلقيحها بحيوان منوى فرداً يحمل صفات الأب والأم معا . وعلى ذلك (مع وجود حالات نادرة) فإن انتقال الصفات الوراثية يعتمد على النواة وليس على السيتوبلازم .

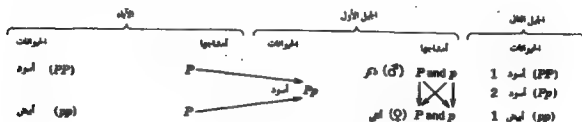
تفترض النظرية الكروموزومية الحديثة في الوراثة أن الجينات هي وحدات فرقة ميكروسكوبية تتكون من الحامض النووى DNA (فقرة ٢ - ٢٧) وتحتويها الكروموزومات . في الكروموزومات العملاقة الموجودة في الغدد اللعابية لحشرة الدروسوفيلا (شكل ١١ - ١٩) يظهر العديد من الأقراص العرضية التى تمثل أماكن تواجد الجينات . وسوف يناقش فيما بعد في هذا الفصل بعض الأدلة الغير مباشرة على وجود وترتيب الجينات في الكروموزومات (أنظر الإلتياط ، فقرة ١١ - ١٤) .

١١ - ٤ تفسير النسبة المتبدلية

تنتج أفراد المهجين من اتحاد مشيجين لهما تركيب وراثي مختلف ، ثم لا بد من حدوث عملية إنعزال في الخلايا الجرثومية لهذا المهجين لكي تعمل على تصنيف الجينات لإنتاج صفات في الجيل الثاني F_2 . ولقد تحقق مندل من هذا ولكنه لم يكن يعرف شيئاً عن ميكانيكيتها الحقيقية . وقد فسرت عملية الإنقسام الإختزالي أثناء فترة النضوج ، وكذلك الاتحاد المفقود للبيضة مع الحيوان المنوي ، والتي عرفت منذ وقت مندل ، عملية إنعزال الجينات .

لو رمزنا للجين السائد اللون الأسود في خنازير غينيا بالحرف P وللجين المتنحي للون الأبيض بالحرف p وعلى ذلك سوف يكون التركيب أو الصيغة الوراثية للآباء (التي تحتوي على العدد التثاقلي الكروموزومات) هي PP و pp ، وللأمشاج الخاصة بها (العدد الفردى) هي P و p . وعندما تتحد أمشاج الآباء في عملية الإخصاب فإن كل النسل الناتج في الجيل الأول F_1 سوف يكون Pp أسود اللون . وعندما تكون أفراد الجيل الأول F_1 أمشاجها فإن كل جنس سوف ينتج أمشاجاً بها P و p بنسبة ١ : ١ . فإن الاتحادات الممكنة بين الأمشاج في الجيل الثاني سوف تكون PP (أسود) ، و Pp (أسود) ، و pP (أبيض) متحدة نسبة ٣ أسود : أبيض . وتحدد الأشكال ١١ - ٢ و ١١ - ٣ ما يحدث في هذا التهجين .

تعرف الأفراد التي تحتوي على جينات متشابهة لأي صفة (PP أو pp) بمثالة العوامل ، بينما تعرف أفراد الجيل الأول F_1 التي تظهر سوداء اللون مع أنها تحتوي على جينات اللون الأبيض (Pp) بأنها مختلفة العوامل حيث أنها تحتوي على نوعين من الجينات لزوج من الضواد . يكون التكوين الوراثي للفرد ، الظاهر منه والكامن ، الحالة الجينية لهذا الفرد ، تكون الصفات الظاهرة والواضحة الحالة الظاهرة لهذا الفرد وعلى ذلك فإن كلا الأبوين وإثنين من الجيل الثاني (PP و pp) مثالوا العوامل ، ولكن أفراد الجيل الأول المهجين F_1 وإثنان من الجيل الثاني F_2 (Pp) يختلفوا العوامل ، والجيل الأول المهجين حالته الظاهرة أسود وحالته الجينية Pp . في الجيل الثاني F_2 تكون الأفراد البيضاء مثالة العوامل متتحة . من الأفراد السوداء يكون الثلث أفراداً مثالة العوامل سائدة سوداء والثلثان الباقيان تكون أفرادهم مختلفة العوامل . ويمكن أن يعاد بيان هذه الإحصائية (شكل ١١ - ٤) حيث يتم حصر الحالات الظاهرة والحالات الجينية والأمشاج للأجيال الثلاثة .



شكل ١١ - ٢ : النوارث في التزاوج الأحادي

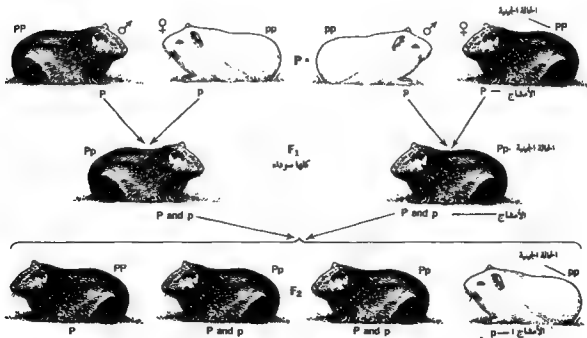
ولقد وجد أن كثيراً من الصفات تتبع في توارثها القانون الأول لمندل .

١١ - ٥ السيادة الغير تامة

بالنسبة لبعض الصفات وجد أن أفراد الجيل الأول F_1 المهجين تكون وسطاً بين صفات الأبوين . هذه السيادة الغير تامة توجد في الدجاج الأندلسي ، فحين يتم التزاوج بين أفراد سوداء اللون وأخرى بيضاء مبقعة تنتج في الجيل الأول F_1 أفراد زرقاء ، وفي الجيل الثاني F_2 تكون النسبة بين الأفراد هي ١ أسود : ٢ أزرق : ١ أبيض مبقع . وتكون الأفراد متاثلة العوامل السائدة سوداء اللون بينما تكون الأفراد مختلفة العوامل زرقاء ، والأفراد متاثلة العوامل المتنحية بيضاء مبقعة (شكل ١١ - ٥) . ويتبع هذا النوع من التوارث القانون الأول لمندل كما في حالات السيادة التامة ، ولكنها تختلف عنها في أن الأفراد مختلفة العوامل يمكن التعرف عليها بسهولة .

١١ - ٦ التلقيح الرجعي

وجد أن الذرية التي تظهر الصفة السائدة في عملية التهجين تكون كلها متشابهة من الناحية الظاهرية ، ولكنها تكون إما مختلفة العوامل أو متشابهة العوامل لهذه الصفة . ولتحين الحالة الجينية لهذه الأفراد يمكن استخدام التلقيح الإختباري أو التلقيح الرجعي . حيث يتم تزاوج الفرد المهجين



شكل ١١ - ٣ : تزاوج أحادي . توارث لون الفراء في عجلزير غينيا حين يتم التزاوج بين آباء نقيّة السلالة سوداء وبهضاء .

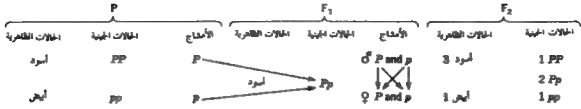
السائد مع أفراد متنحية نقية . في حالة خنازير غينيا ، لو كانت الأفراد تحت الإختبار متماثلة العوامل (PP) ثم تزوجها مع المتنحي (-PP) فإن الأفراد الناتجة سوف تكون كلها سوداء اللون (P_p) أما إذا كانت الأفراد تحت الإختبار مختلفة العوامل فإن الأفراد الناتجة سوف تكون سوداء (P_p) ، وبفضاء (pp) بنسبة متساوية (شكل ١١ - ٦) . يمثل استخدام التلقيح الرجعي في التطبيقات العملية للوراثة وسيلة سريعة لتنقية (جعلها متماثلة العوامل) السلالة المرغوبة .

١١ - ٧ التهجين الثاني

حين يختلف الأبوان في زوجين من الصفات ، فإن أفراد الجيل الأول تعرف بثنائية التهجين . ولقد وجد مدلل أنه في عملية التهجين الثاني يورث كل زوج من الصفات مستقلاً عن الزوج الآخر . ويمكن توضيح ذلك (شكل ١١ - ٧) في حالة خنازير غينيا حيث يسود لون الفراء الأسود (p) على اللون الأبيض (-P) وتسود صفة الفراء الحشن الأجش (R) على الناعم الأملس (r) . عندما يتم التزاوج بين حيوان ذى فراء أسود حشن مع آخر ذى فراء أبيض أملس فإن الناتج يمكن تخطيطه في شكل ١١ - ٨ .

في هذا التهجين يُكوّن كل جنس ٤ أنواع من الأمشاج ، وتوضع لوحة الشطرنج لبونيت (جدول ١١ - ١) وجود ١٦ تزاوج ممكن لتكوين الجيل الثاني F_2 . وتضم الحالة الظاهرية للجيل الثاني ٩ سوداء خشنة (كل له جينات PR) مثل الأب السائد ، وواحد أبيض أملس (pp) مثل الأب المتنحي . وظهرت إثنان من التجمعات الجديدة إحداها تضم ٣ سوداء لمساء (Prr) والثانية ٣ بيضاء خشنة (p^R) ، وهذه النسبة ٩ : ٣ : ٣ : ١ هي نسبة مميزة للتهجين الثاني (جدول ١١ - ٢) ، وفيها يوجد ٩ + ٣ = ١٢ سود بالنسبة إلى ٣ + ١ = ٤ يبيض ، و ٩ + ٣ = ١٢ أفراداً خشنة بالنسبة إلى ٣ + ١ = ٤ أفراداً لمساء . وعلى ذلك فإن النسبة ٣ سائد : ١ متنحي ، التي توجد في كل حالة ، تتبع القانون الأول لمندل . وينتقل كل زوج من الجينات مستقلاً عن الآخر . وعليه فإن فرصة أحد خنازير غينيا في أن يكون أسوداً أو أبيضاً تكون مستقلة عن فرصته في أن يكون خشناً أو أملساً . ونفس النسبة أي ٣ : ١ هي المتوقعة لكل زوج من الصفات تعمل منفصلة . وهذا يوضح القانون الثاني لمندل : عندما تختلف السلالات عن بعضها في زوجين (أو أكثر) من الصفات ، فإن تورث أحد الأزواج من العوامل يكون مستقلاً عن الآخر

تتضمن الأربع حالات الظاهرية تسع حالات جينية مختلفة كما يبين تحليل مجموع أفراد الجيل الثاني F_2 PPrr, pp RR PP rr, PPRR, F_2 كلها متماثلة العوامل بينما الخمس حالات الأخرى تكون مختلفة العوامل . ويمثل ظهور حالات ظاهرية وحالات جينية جديدة في التهجين الثاني (والتهجين العديد) وسيلة عملية للحصول على سلالات من الحيوانات والنباتات تتجمع فيها صفات تختلف عن تلك التي توجد في الآباء . فمثل المثال ، توجد حالتان ظاهريتان جديدتان تماماً بين أفراد الجيل الثاني F_2 وما : أسود أملس PPrT ، وأبيض خشن PPrr .



شكل ١١ - ٤ : الوراثة في التزاوج الأحادي

تزداد الفرصة بدرجة كبيرة في إنتاج تجمعات جديدة وذلك بزيادة عدد تزاوج العوامل المستقلة .

في التهجين الأحادي ينتج عن وجود زوج واحد من الجينات انحلالان ، خنازير غينيا السوداء والبيضاء . في التهجين الثنائي ينتج عن وجود زوجين من الجينات ٤ تراكيب ، خشن أسود ، وأملس أسود ، وخشن أبيض وأملس أبيض . في وجود السيادة التامة فإن العلاقة بين العدد الكامل لأزواج الجينات وعدد الحالات الظاهرة هو 2^n ، حيث n هي عدد أزواج الجينات $(2^2 = 4, 2^3 = 8, 2^4 = 16)$. ويمكن أن يعزى وجود التنوع الكبير الملحوظ بين بنى الإنسان إلى وجود عدد كبير من الكروموزومات (٢٣ زوجاً) ، وأيضاً إلى وجود عدد كبير من الجينات التي تلعب دورها . هذا إلى جانب إختلاط السلالات بمرور الوقت . وحيث أن كل مشيخة تحمل كروموزومات تختلف من حيث التركيب ، يحمل كل كروموزوم جينا واحداً أو عدداً من الجينات فإنه يمكن أن توجد الملايين من التراكيب والأشكال بين أفراد الجيل الثاني F_2 في الإنسان .

جدول ١١ - ١ : التزاوجات الممكنة للجيل الثاني F_2 في التزاوج الثنائي

أنماط التزاوج	الأمشاج الذكورية			
	PR	Pr	pR	pr
	PR أسود خشن	PRr أسود خشن	PpRR أسود خشن	PpRr أسود خشن
	Pr أسود خشن	PPrr أسود أملس	PpRr أسود خشن	Pprr أسود أملس
	pR أبيض خشن	PpRr أسود خشن	ppRR أبيض خشن	ppRr أبيض خشن
	pr أبيض أملس	Pprr أسود أملس	PpRr أبيض خشن	pprr أبيض أملس

١١ - ٨ أنواع خاصة من التوارث

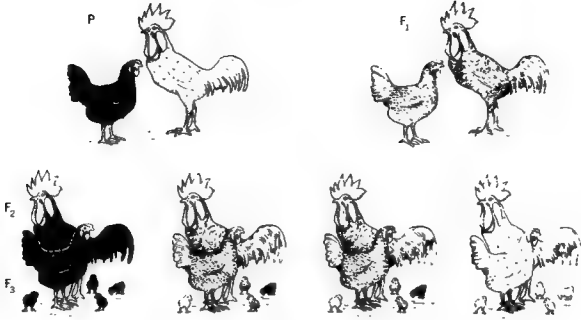
بالإضافة إلى النوع البسيط من الوراثة المنديلية التي تم وصفها من قبل ، اكتشفت أنواع أخرى خاصة من توارث الصفات ذات طبيعة معقدة ، وتتضمن التفاعل بين إثنين أو أكثر من العوامل .

لقد وجد مثلاً أن شكل العرف يختلف في سلالات عديدة من الدجاج المنزل ، ولكن كل عرف بتوارث حقيقياً بدون أى تغيير بين أفراد السلالة المحددة (شكل ١١ - ٩) . فالإندوت له عرف منخفض منتظم وردى مزود بحلمات ، بينما عرف اليراهما ضيق مرتفع له ثلاثة حيود تشبه البزلآء . وللجهورن وآخرين عرف منتصب ليس به حيود (مفرد) ويشبه النصل . عندما يتزاوج دجاج له أعراف وردية أو بزلآئية (وهى صفة سائدة) نمع دجاج له أعراف مفردة فإن النسبة في الجيل الثانى F_2 تكون ٣ وردية (أو بزلآئية) : ١ مفرد . وحينما يتم التزاوج بين دجاج له أعراف وردية مع آخر له أعراف بزلآئية فإن أفراد الجيل الأول F_1 تكون أعرافه جوزية (تشبه نصف ثمرة الجوز) . وتكون أفراد الجيل الثانى F_2 بالنسب التالية ؛ ٩ جوزية : ٣ وردية : ٣ بزلآئية : ١ مفرد (شكل ١١ - ١٠) وتختلف هذه النتائج عنها في التهجين الثنائى العادى ، حيث أن أفراد الجيل الأول F_1 لا تشبه أياً من الأبوين كما أنه يظهر نوعان جديديان في الجيل الثانى F_2 . وهذه حالة تفاعل بين العوامل في عملية تزاوج تتضمن زوجين من العوامل تؤثر على تركيب واحد وهو العرف . ولو رمزنا للجين السائد للعرف الوردى بالحرف R وعامله المضاد (أليله) بالحرف r و للعرف البزلآئى بالأحرف P و p على التوالى فإن النتائج ستكون كالتالى :

العرف المفرد ينتج عن زوجين من العوامل المتنحية (rrpp) ، والعرف الوردى يحتوى على جين أو إثنين من R السائد ، وحينما متنحية فقط من P- ويحتوى العرف البزلآئى على جين أو إثنين من P- السائد ، وحينما متنحية من r ويحتوى العرف الجوزى على جين واحد من R وجين واحد من P على الأقل (شكل ١١ - ١٠) .

جدول ١١ - ٢ : تحليل نتاج الجيل الثانى F_2 للتزاوج الثانى

السلالات المتطرفة			
١ أبيض الطى	٣ أبيض عفن	٣ أسود الطى	٩ أسود الطى
السلالات المهيبة			
1-pprr	1-ppRr	1-Pprr	1-PPRR
	2-ppRr	2-Pprr	2-PPRr
			2-PpRr
			4-PpRr

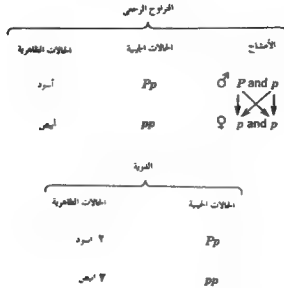


شكل ١١ - • : نموذج لوراوث السيادة: الغير تامة في الدجاج الأندلسي . الدجاج الأزرق منقط بكثافة
(محور عن Hesse - Doflein) .

ومن أمثلة العوامل المزدوجة المتحورة ما يحدث في لون صوف الخنزير ، حيث أن العاملين ضروريان لوجود اللون الكامل للحيوان (الأحمر) ، وعند وجود عامل واحد فقط فإن لون الحيوان يكون غير تام (رملي) ، وعند غياب العاملين تنتج حيوانات عديدة اللون (بيضاء) .

١١ - ٩ العوامل الجمعية

بعض الصفات هي نتاج إثنين أو أكثر من الجينات التي تعمل بطريقة جمعية . من الأمثلة الجيدة على ذلك لون الجلد في الإنسان . فممكن أن تكون ثلاثة أو أربعة أزواج من الجينات هي التي تتدخل في لون جلد الإنسان . ولكن للتبسيط يمكن الافتراض أن اللون الأسود للجلد يحدده جينان B و B' ، وعلى ذلك فإن أى شخص داكن السواد تكون حالته الجينية للون الجلد هي BB BB' ، وتكون الحالة الجينية للون الجلد الفاتح bb bb' ، وعندما يتم التزاوج بين هذه الأفراد فإن الذرية الناتجة يكون لونها بنى متوسط B' b B b (شكل ١١ - ١١) . وحين يتم التزاوج بين فردين لهما الحالة الجينية الأعيرة فإن الذرية الناتجة سوف توزع فيما بينها ضواد (أليلات) اللون الأسود كما هو موضح في رقعة الشطرنج . فمن بين ١٦ طفلاً يكون المتوقع أن يوجد طفل واحد جلده أسود داكن (أربعة ضواد سائدة BB BB') ، وأربعة جلدها بنى داكن (٣ سائدة) ، و ٦ جلدها بنى متوسط (٢ سائدة) ، و ٤ جلدها بنى فاتح (واحد سائد) ، وواحد جلده فاتح جداً (بدون ضواد



شكل ١١ - ٩ : وراثة التزاوج الرجعي

سائدة ، bb ، $b'b$.

إن أحفاد الأفارقة الأوائل الذين جلبوا إلى أمريكا قد تزاوجوا مع المجموعات الأوروبية (أو سلالات أخرى فاتحة اللون) حتى أن التجمعات السوداء المعاصرة تضم بينها كل الدرجات الممكنة من لون الجلد . وعلى ذلك فإن الآباء الذين هم حلد فاتح يمكنهم إنتاج أطفال ذوي جلد أسود داكن أو العكس .

١١ - ١٠ العوامل الميئة

تعمل أنواع مختلفة من النباتات والحيوانات عوامل ميئة ، عندما توجد في حالة متخالفة العوامل فإنها توقف النمو في بعض المراحل ويموت الفرد . ويمكن الاستدلال على وجود هذه العوامل بوجود نسبة شاذة من الذرية . ومن الحالات الواضحة حالة السلالة الصفراء من الفئران المنزلية ، موس موسكيولوس إذا تم التزاوج بين فأر أصفر وآخر ليس أصفر اللون فإن نصف الصغار الناتجة تكون صفراء اللون والنصف الآخر غير صفراء ، وهي النسبة المتوقعة من تزاوج حيوان مختلف العوامل (أصفر) مع آخر متماثل العوامل متتحي (غير أصفر مثل الأبقار) ، ولكن حين يتم التزاوج بين فأرين لونهما أصفر فإن النسبة بين الصغار تكون : ٢ أصفر اللون : ١ غير أصفر وهي ليست النسبة المتوقعة التي هي كالتالي : ١ أصفر نقى : ٢ أصفر مختلف العوامل : ١ غير أصفر - ولكن الأفراد متخالفة العوامل الصفراء تموت وهي في طور التكوين الجنيني . وقد عرفت عوامل ميئة أخرى في ذبابة الفاكهة ، دروسوفيل ، والماشية ، والأغنام ، والخنزير ، والحصان . وبعض العيوب في الإنسان يعتقد أنها تنتج عن مثل هذه العوامل .

١١ - ١١ الضواد المضاعفة

تحتوى كل الأمثلة التى نوقشت من قبل أزواجاً من العوامل المتبادلة، ولكن فى كثير من الأحوال الأخرى يؤثر أكثر من عاملين من العوامل المتبادلة على تكوين نفس الصفة، وتسمى هذه بالضواد المضاعفة. فمثلاً فى الأرنب المنزلى، يوجد بين الألوان المختلفة للون العادى « البرى »، والألبينو الكامل ذو الفراء الأبيض والعيون القرمزية وألبينو الهيمالايا ذو العيون القرمزية والفراء الأبيض فيما عدا الأذنين والأنف والأقدام حيث توجد أماكن سوداء أو بنية داكنة. ويمثل الألبينو متنى بسيط بالنسبة للنوع البرى. كما يعتبر البينو الهيمالايا متنياً للنوع البرى. عند تزاوج ألبينو الهيمالايا والألبينو النقى، فإن كل أفراد الجيل الأول F_1 تكون جميعها من البينو الهيمالايا، أما أفراد الجيل الثانى F_2 تكون ٣ ألبينو هيمالايا : ١ ألبينو نقى، أى أنه ليس هناك إرتداداً للنوع البرى. ويتضح أن ألبينو الهيمالايا والألبينو هما ضواد لبعضهما وضواد للون البرى. وهناك حالات معروفة أخرى للضواد المضاعفة مثل لون فراء الفئران، وخنزير غينيا، والجرذان. ولقد وجد فى ذبابة الدروسوفيل أن هناك ١٤ من الضواد على الأقل للون العين الذى يختلف من الأبيض والمعاجى مارا باللون اللحمى والمشمشى إلى اللون الأحمر البرى. وتعرف مجموعات عديدة فى النباتات وخاصة فى نبات أنف الثور (عش الذئب) والأذرة. لا يمكن وحود أكثر من اثنين من ضواد أى مجموعة فى أى فرد. وتمثل مجموعات الدم فى الإنسان ضواداً مضاعفة (فقرة ٥ - ٨).

١٢ - ١١ توريث الجنس

ليس لأى من العوامل التى ذكرت سابقاً أية علاقة بالجنس، فقد يحمل الذكر أو الأنثى عاملاً ما ويحمل الأب الآخر البديل لهذا العامل، ويختلف الوضع بالنسبة لبعض الصفات الأخرى ومن بينها الجنس نفسه. ففى ذكور الحيوانات، تحتوى الخلايا البنية وكذا أمهات المنى على زوج من الكروموزومات المتماثلة، أحدهما أصغر من الآخر، وفى بعض الأحيان يختلفان فى الشكل أو هذان الكروموزومان هما كورموسوما الجنس، أكبرهما هو كروموزوم X والآخر كروموزوم Y، وفى بعض الأنواع يخفى الأخير، يوجد بالأنثى زوج من كروموزومات X. وعلى ذلك يمكن الإشارة إلى الذكر ب XY (أو XO) وإلى الأنثى ب XX. وتسمى الأزواج الأخرى من الكروموزومات بالكروموزومات الجثائية.

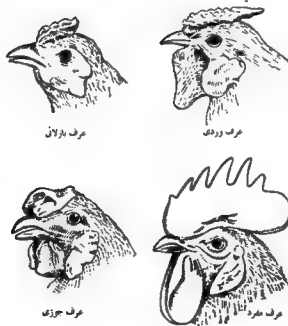
تحتوى الخلايا فى الإنسان، فيما عدا الأمشاج، على ٤٦ كروموزوماً، كروموزومان للجنس و ٢٢ زوجاً من الكروموزومات الجثائية المتماثلة (شكل ١١ - ١٢). أثناء فترة النضوج فإن كروموزومات الجنس تتحلل أو عفاً مظهرها مثل الكروموزومات الأخرى، وبذلك تحتوى البويضة على ٢٢ كروموزوماً جثائية وكروموزوم X. ويحتوى الحيوان المنوى على ٢٢ من الكروموزومات الجثائية والكروموزوم X أو Y ولو استخدم الرمز A لتمثيل المجموعة الفردية الواحدة من الكروموزومات الجثائية فإن تولدت الجنس فى الإنسان يمكن أن يمثل تخطيطاً كما فى شكل



قبل أن تكتشف الكروموزومات الجنسية كان هناك العديد من النظريات المتكررة لتفسير الجنس. ولقد تمت عدة محاولات بكثير من الخطأ للتحكم في جنس النسل وخاصة في الحيوانات المستأنسة والإنسان، ولكن لم يظهر لأى منها حتى الآن أية فاعلية. ولقد وجد أن تغيير الظروف البيئية لبعض الضفادع واللافقاريات يؤثر على نسبة الجنس، وهى نسبة الذكور إلى الإناث بين النسل الناتج. ولقد تم التعرف على بعض الحالات الشاذة بالنسبة للجنس، فأحياناً تكون أفراد ذبابة الفاكهة،

P		
الأمشاج	الحالات الجينية	الحالات الظاهرية
PR	PPRR	أسود محسن
pr	pprr	أبيض أملس
F ₁		
الأمشاج	الحالات الجينية	الحالات الظاهرية
PR, Pr	PpRr	B أسود محسن gh

شكل ١١ - ٨ : التزاوج في التهجين الثاني



شكل ١١ - ٩ : صفات العرف في ذكور الدجاج (عن Punnett, Mendelism, the Macmillan)

والنحل وحشرات أخرى خثوية المظهر ، حيث تظهر بعض أجزاء الجسم الصفات الذكرية والآخرى الصفات الأنثوية . الأفراد المختنثة هي أفراد توقف النمو الجنسي فيها عند مرحلة وسط ويمكن أن تظهر صفات الجنسين . ولقد لوحظت هذه الظاهرة في نوع معين من الفراشات تمت تربيته في المعمل ، وأيضاً في الخنازير . وتمثل ظاهرة إنعكاس الجنس ، أى أن يصبح الفرد الذى كان أصلاً ذكراً أنثى أو العكس ، حالة شائعة الإنتشار بين لا فقاريات معينة (الرخويات) ، ولكنها نادرة الوجود في الفقاريات . وتنتج هذه الحالات الشاذة عادة عن عدم توازن الهرمونات أكثر من التأثير الوراثى المباشر .

١١ - ١٣ التوارث المرتبط بالجنس

لقد وجد أن الكروموزوم X يحمل جينات لصفات مرتبطة بالجنس وعلى ذلك فإن توارث هذه الصفات يكون مرتبطاً بتحديد الجنس . ففى ذبابة الفاكهة ، دروسفيللا ، حيث يعتمد لون العين على وجود بعض الجينات المرتبطة بالجنس (شكل ١١ - ١٤) ، يكون لون العين الحمراء العادية سائداً على اللون الأبيض . حين تتزاوج أنثى ذات عيون حمراء متماثلة العوامل مع ذكر أبيض العين ، فإن الجيل الأول F_1 كله يكون له عيون حمراء . وحين يتم التزاوج بين أفراد الجيل الأول ، فإن الجيل الثانى F_2 يعطى أفراداً بنسبة : ٢ أنثى حمراء العين : ١ ذكر أحمر العين : ١ ذكر أبيض العين . ولو إستخدمنا الرموز X_H ، X_R لتمثيل الجينات للعيون الحمراء والعيون البيضاء على التوالي فإن ناتج عملية التزاوج يمكن تمثيلها كما في شكل ١١ - ١٥ . في جيل الآباء تحمل كل بيضة ناضجة الكروموزوم X مع جين للعيون الحمراء ، ولكن نصف الحيوانات المنوية يحمل الكروموزوم X مع جين للعيون البيضاء ، ويحتوى النصف الآخر على الكروموزوم Y الذى لا يحمل أى جينات للون العين . في الجيل الأول F_1 يتكون نوعان من البيض تحمل جينات إما العيون حمراء أو العيون بيضاء . أما الحيوانات المنوية فإن نصفها يحمل جينا (على الكروموزوم X) للعين الحمراء والنصف جدول ١١ - ٣ : توارث رؤية الألوان (التمييز بين الأحمر والأخضر) في الإنسان يحمل جين هذا العامل ، المرتبط بالجنس على الكروموزوم X . عمى الألوان (X) صفة متنحية للرؤية العادية (X) . الأثنى مختلفة العوامل حاملة للمرض لها إحصار عادى .

→ الآباء ♂	→ الأمهات ♀	XY ذكر أصبى ألوان			
		XY ذكر عادى		XX أنثى عادى	
		X	Y	X	Y
الأطفال					
أنثى عادى XX	♀	XX أنثى عادى	XY ذكر عادى	XX أنثى حاملة للمرض	XY أنثى حاملة للمرض
	♀	XX أنثى عادى	XY أنثى حاملة للمرض	XX أنثى حاملة للمرض	XY أنثى حاملة للمرض
أنثى حاملة للمرض XX	♀	XX أنثى عادى	XY أنثى حاملة للمرض	XX أنثى حاملة للمرض	XY أنثى حاملة للمرض
	♀	XX أنثى حاملة للمرض	XY أنثى حاملة للمرض	XX أنثى حاملة للمرض	XY أنثى حاملة للمرض
ذكر أصبى ألوان XY	♂	XX أنثى حاملة للمرض	XY أنثى حاملة للمرض	XX أنثى حاملة للمرض	XY أنثى حاملة للمرض
	♂	XX أنثى حاملة للمرض	XY أنثى حاملة للمرض	XX أنثى حاملة للمرض	XY أنثى حاملة للمرض

الآخر ليس به جينات للون العين (الكروموزوم ٧) . وعلى ذلك فيمكن أن تتكون ٤ أنواع من الزيجوتات . في الجيل الثاني F_2 يكون نصف الإناث متماثل العوامل للون العين الأحمر والنصف الآخر مختلف العوامل . أما الذكور فتكون متساوية العدد بالنسبة للون العين الأحمر والأبيض .

يتم الحصول على نتيجة مختلفة من التزاوج العكسي أو المتبادل بين أنثى بيضاء العين متماثلة العوامل وذكر أحمر العين . في الجيل الأول F_1 تكون الذكور بيضاء العين والإناث حمراء العين . وفي الجيل الثاني F_2 تكون الأفراد متساوية العدد تقريبا من إناث حمراء العين ، وإناث بيضاء العين ، وذكور حمراء العين ، وذكور بيضاء العين (شكل ١١ - ١٦) .

في حشرة الدروسوفيلا وجد حوالي ١٥٠ جينا مرتبطة بالجنس (شكل ١١ - ١٨ ، كروموزوم ١) ، ولقد عرف الكثير من الصفات المرتبطة بالجنس في الحيوانات الأخرى وفي الإنسان ومن الأمثلة الشائعة الريش المخطط في الدجاج ، وعمى الألوان من الأحمر إلى الأخضر في الإنسان (جدول ١١ - ٣) .

P		F_1		F_2			
الحالات الجينية والحالات الظاهرية	الأصناف	الحالات الجينية والحالات الظاهرية	الأصناف	RP	Rp	rP	rp
			↓				
RRpp	Rp	RrPp	RP	RRPP	RRPp	RrPP	RrPp
العرف الوردي				العرف الجوزي	العرف الجوزي	العرف الجوزي	العرف الجوزي
			Rp	RRPp	RRpp	RrPp	Rrpp
				العرف الجوزي	العرف الوردي	العرف الجوزي	العرف الوردي
rrPP	rP	العرف الجوزي	rP	RrPP	RrPp	rrPP	rrPp
العرف البزلاء				العرف الجوزي	العرف الجوزي	العرف البزلاء	العرف البزلاء
			rp	RrPp	Rrpp	rrPp	rrpp
				العرف الجوزي	العرف الوردي	العرف البزلاء	العرف المفرد

شكل ١١ - ١٥ : توارث صفات العرف في الدجاج

١١ - ١٤ الارتباط

لقد وضح في الأمثلة التي نوقشت ظاهرة التوزيع الحر (القانون الثاني لمندل) كما وصفت بعض نماذج من التوارث المرتبط بالجنس . تمثل صفات أخرى كثيرة للحيوانات أن تتوارث معا . وقد وجد أن عدد أزواج العوامل المتعدية الموجودة في أي حيوان يفوق كثيرا عدد أزواج الكروموزومات الموجودة في هذا الحيوان ، وعلى ذلك فلا بد لكل كروموزوم من أن يحمل جينات عديدة . ويقال عن الصفات التي تحمل إلى أن تتوارث معا بأنها مرتبطة . ولقد أوضحنا دراسة علاقات الارتباط في الحيوانات والنباتات المختلفة بأن الجينات توجد في مجموعات لارتباط ، وأن جينات كل مجموعة تكون

مع بعضها البعض بدرجات متفاوتة ، بينما يوجد تنسيق أو اتصال مستقل بين زوج من الجينات في

الأنثى		الجيل الأول		الجيل الثاني			
الحالات الجينية والحالات الظاهرية	الأنثى	الحالات الجينية والحالات الظاهرية	الأنثى	BB'	Bb'	bB'	bb'
	bb'	الأنثى	BB'	4	3	3	2
	$bb'b'$	نوع	$Bb'b'$	3	2	2	1
	BB'	نوع	bB'	3	2	2	1
	$BB'b'$	نوع	bb'	2	1	1	0

شكل ١١ - ١١ : توارث لون الجلد في الإنسان . تمل الأرقام الموجودة على لوحة الشطرنج على أعداد الجينات للون الأسود في كل فرد .

مجموعة إرتباط مع أزواج في مجموعات إتصال أخرى . عندما تم التعرف على علاقات الإرتباط لجينات كثيرة في نوع ما ، فقد وجد أن هناك عددا من مجموعات الجينات المرتبطة مشابها لعدد أزواج الكروموزومات . ففي الدروسوفيلا ميلانوجاستر وجدت عدة مئات من الجينات المرتبطة ، كما وجدت أربعة مجموعات إرتباط (٣ كبيرة ، ١ صغيرة) وأربعة أزواج من الكروموزومات (٣ طويلة ، ١ قصير) . وتحتوي ذبابة دروسوفيلا وبلستوني على ٣ مجموعات إرتباط وعلى ٣ أزواج من الكروموزومات ، وتحتوي ذبابة دروسوفيلا فيريليس على ٦ من كل نوع . وبين النباتات توجد ١٠ من كل نوع في نبات الذرة و ٧ من كل نوع في البزلاء . هذا البيان له أهمية أنه يوضح أن الجينات تحتويها الكروموزومات .

١١ - ١٥ المور (عبور العوامل)

حين تتواجد جينات صفتين في كروموزوم واحد ، ويظل هذا الكروموزوم صحيحا خلال عملية التوارث ، فإن إرتباط هذه الجينات سوف يكون كاملاً ، حيث تتواجد الصفتان دائما معا ، ولكن ليس هذا هو الحال دائما (شكل ١١ - ١٧) إذ تنفصل الصفتان في عدد معين من الحالات ، وتختلف النسبة المئوية لهذا الانفصال باختلاف الصفات ولكنها تكون ثابتة بين كل صفتين محددتين . فمثلا تمثل الأذن القصيرة واللون الخفيف للفراء في الفئران صفتان مرتبطتان في أكثر من ٩٩٪ من الأفراد . تقل هذه النسبة مع صفات أخرى . والكروموزومات التي تتبادل أجزاء فيما بينها تكون قد



شكل ١١ - ١٢ : كروموزومات الإنسان مصنفة تبعاً للحجم ، وموضع الجزيء المركزي (الحلقة البيضاء ، ووجود الأتباع . الكروموزومات الجثائية (١ - ٢٢) والكروموزومات الجنسية (X,Y) . كل كروموزوم يظهر مضاعفاً نتيجة لمعاملته بمادة الكوليسيدين . (المرحلة الإنشائية المضاعفة في الذكر ، درجة التكبير ١٩٠٠) . (عن Tijo and Puch, 1958, Proc. Natl. Acad. Sci.) .

أجرت عبوراً ويمكن التعرف على الأجزاء الداخلة في هذه العملية بواسطة الجينات التي تميزها . أثناء عملية الإنقسام الإختزالي تقترب الكروموزومات المكونة للزوج المتماثل من بعضها بدرجة كبيرة وتتصل عند مناطق تعرف بنقاط الإشتباك ، وعادة تنفصل هذه الكروموزومات بعد ذلك بدون أن تتبادل أى مواد فيما بينها ، ولكن أحياناً تتبادل أجزاء متماثلة فيما بينها وتمثل هذه الظاهرة الأساس المادى لظاهرة العبور .

حينما تكون جينات الكروموزوم مرتبة ترتيباً طويلاً فإن إثنين منها تكون موجودة على مسافة متباعدة سوف ترتبط خلال عملية تبادل تم عند أى نقطة بينهما ، بينما لو كانت هذه الجينات متلاصقة فإن فرصة حدوث عملية العبور سوف تكون أقل . بافتراض أن نسبة العبور تمثل المسافة النسبية بين الجينات في الكروموزوم فقد قام مورجان ومساعدوه بتصميم ما يعرف « بالخرائط الكروموزومية » للجينات المعروفة في كل مجموعة ارتباط في ذبابة الدروسوفيلا . في التزاوج الذى يتضمن أى صفتين مرتبطتين فإن ١٪ عبور تؤخذ على أنها وحدة المسافة بين جينتين هاتين الصفتين .

الصفات الثلاث للون الجسم الأصفر ، والعيون البيضاء ، والعيون الياقوتية في ذبابة الدروسوفيلا تكون جميعها مرتبطة بالجنس وعلى ذلك فإنها تكون مرتبطة بالكروموزوم ١ (X) . عند تزاوج ذبابة

صفراء الجسم. وأخرى بيضاء العين ، فإن البور يحدث بنسبة $\frac{1}{4}$ ٪ من الأفراد ، وعند تزاوج ذبابة بيضاء العين مع أخرى ياقوتية العين فإن النسبة تكون ٪٦ ، وعند تزاوج ذبابة صفراء الجسم مع أخرى ياقوتية العين فإن النسبة تكون $\frac{1}{4}$ ٪٧. ويكون التابع بالنسبة للجنينات : أصفر - أبيض - ياقوتي . وتكون بنسبة $\frac{1}{4}$ وحدة للمسافة بين الجينين للون الجسم الأصفر والعيون البيضاء ، و ٦ وحدات للمسافة بين الجينين للون العيون البيضاء والعيون الياقوتية ($\frac{1}{4}$ + ٦ = $\frac{1}{4}$ ٪٧) . كثير من عمليات التزاوج بين الصفات المرتبطة المختلفة قد زودت بمعلومات لبناء الخرائط الكروموزومية (شكل ١١ - ١٨) .

١١ - ١٦ الكروموزومات الصلابة

تحتوي الغدد اللعابية لدبابة الدروسوفيلا وكذلك أنواع أخرى من الذباب على كروموزومات تبدو ضخمة نسبياً . وتوجد هذه الكروموزومات في أزواج متماثلة ، وحين تصبغ فإنها تظهر العديد من الأقراص العرضية المتممة ، بعضها متسع والآخر ضيق (شكل ١١ - ١٩) . وتغطي الأقراص دلائل عن مواقع الجينات كما هو الحال في ظاهرة النقص الكروموزومي ، حيث اختفت إحدى الصفات من سلالة من ذباب دروسوفيلا في المعمل ، فقد اختفى جزء من أحد الكروموزومات في نفس المكان الذي يوجد فيه جين هذه الصفة على الخريطة الكروموزومية ، أو أن جزءاً من أحد الكروموزومات قد أصبح مقلوباً فينتج عنه إنعكاس موضعي في تتابع الأقراص فيسبب صعوبة في عملية الإزدواج . وهذا يمثل دليلاً هاماً لإرتباط الجينات بالكروموزومات .

١١ - ١٧ الطفرات

على فترات ، ظهرت في نسل الحيوانات والنباتات صفات جديدة ، حين تم اختبارها أثبت أنها تورث . وتسمى هذه الصفات الجديدة بالتنوع الجرثومي أو الطفرات ، وتنتج عن بعض التغيرات في الجينات المسببة لهذه الصفات . ويشير تلويح علم الوراثة إلى أن أول حالة تم إكتشافها كانت ظهور مفاجيء لأفراد ذات عيون بيضاء في مزرعة نقية للدروسوفيلا حمراء العيون . حين تأسلت الأفراد ذوو العيون البيضاء ثبت أن هذه الصفة تورث ، وحيث أنها تتابع في الأجيال التالية فقد استنتج أن التغير أصبح دائماً . وقد لوحظ وجود أكثر من ألف طفرة في الدروسوفيلا (شكل ١١ - ٢٠) ، كما توجد طفرات عديدة في الحيوانات الأخرى والنباتات . معظم الطفرات في الدروسوفيلا والحيوانات الأخرى هي صفات شاذة ، وعيوب متحثة ، أو مميتة لا يكتب لها الإستمرار في الطبيعة . ولكن بعض الطفرات المميزة بين الحيوانات المستأنسة والنباتات أمكن المحافظة عليها بواسطة التربية الإنتخابية . ومن هذه الأمثلة الماشية عديمة القرون والأغنام قصيرة الأرجل (أتكون) ، والكلب الألماني قصير الأرجل ، والكلب السلوقي طويل الأرجل . ويختلف معدل الطفرات اختلافاً كبيراً في الأنواع المختلفة من الحيوانات وكذلك بالنسبة للجنينات المختلفة ، وقد دلت الإحصائيات الحديثة على أنه تحدث طفرة واحدة في كل ١٠٠٠٠ - ١٠٠٠٠٠ إنقسام خلوي .

حامل من الأب		الغيرة	
المس	الأم	الأم	المس
ذكر	$2A + XY$	$A + X$	أنثى
أنثى	$2A + XX$	$A + Y$	ذكر

شكل ١١ - ١٣ : وراثة الجنس في الإنسان

معظم جينات الطفرات تكون متحية ولكن ظهر بعض منها وكان سائداً .

عرفت الطفرات الطبيعية التلقائية مبكراً ، ثم وجد أن بعض المواد الكيميائية وأنواع من الإشعاع تسبب في وجود الطفرات بمعدلات مرتفعة . وقد وجد أن غاز الخردل يسبب الطفرة ، كما تسبب مادة الكولشيسين مضاعفة مجموعات الكروموزومات (تضاعف كروموزومى أو صبغى) في النباتات . تعرض ذبابة الدروسوفيلا ونباتات الذرة والشعير لأشعة إكس يزيد معدل تكوين الطفرة مائتى مرة في بعض الحالات متناسبا مع الجرعة المستخدمة . ولقد ثبت أن هذه الطفرات تورث مثل الطفرات الطبيعية ، ولكن معظمها ميت .

بسبب التوسع في استخدام الإشعاعات ذات التردد المرتفع وتعرض الناس لها ، أصبح للطفرات المستحثة أهمية خاصة . ومن ثم أصبح فيضاً أشعة إكس ، والعاملون في حقول الطاقة الذرية ، وآخرون مهدين بالإتلاف الوراثى ، وذلك لأن تأثيرات الإشعاع تراكمية ، فالتعرض المستمر لكميات صغيرة على مدى عدة أعوام يمكن أن يكون تأثيرها خطيراً على الفرد كما لو كان قد استقبل نفس الجرعات في دقائق قليلة . يمكن أن تختفى الطفرات التى تنشأ عن الإشعاع في أجيال متعددة لأنها عادة تختبئ بواسطة الضواد السائدة ، ولكنها تظهر فقط في الحالة المتنحية متاثلة العوامل . يزداد المعدل العام للفاعلية الإشعاعية في العالم مع العمر الذرى . هذا الوضع المتورط إجتماعياً ويولوجياً نادراً ما يمكن إدراكه ، ولكن العالم يحتاج للمعرفة بشدة .

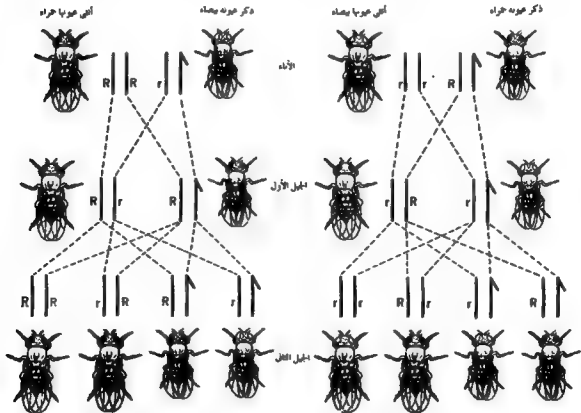
١١ - ١٨ نظرية الجين

لقد استطاع مورجان T.H. Morgan أن يخلص شواهد الصفات ، والجينات ، والكروموزومات ، والإرتباط في نظريته عن الجين (مطبعة جامعة يال) في أن : (١) صفات الفرد تعزى إلى وجود أزواج من الجينات في المادة الجروومية وترتبط بعضها في عدد محدد من مجموعات الإرتباط ، (٢) عند تكوين الأمشاج ينفصل كل زوج من الجينات (القانون الأول لمندل) بحيث تحوى كل مشيج على مجموعة واحدة فقط ، (٣) تترتب الجينات في مجموعات الإرتباط المختلفة عفويًا (القانون الثانى لمندل) ، (٤) يحدث تبادل منتظم أو عبور في أوقات ما بين الجينات الموجودة في مجموعات الإرتباط المتناظرة (المتاثلة) ، و (٥) يدل تردد العبور على أن الجينات مرتبة في خط في

كل مجموعة إرتباط ويدل أيضا على المكان النسبي للجينات بالنسبة لبعضها البعض .

يمكن الإستدلال على وجود جين معين عن طريق بعض الميزات الظاهرية التي تتكون في كائن ما . ومع ذلك فقد دلت الأساليب الحديثة على وجود العديد من الجينات بعد أن كان المتقصد هو وجود جين واحد فقط . ولقد أصبح السؤال « ماهو الجين ؟ » أحد الأسئلة التي تمهد إلى أى درجة أو عند أى مستوى يمكن استخدام اللفظ . والاتجاه الحالي هو استخدام لفظ الجين لوحدة DNA التي تكون سلسلة عديدة الببتيدات . لكل جين وظيفة واحدة ، ولكن الجينات العديدة تعمل على تحديد تتابع الأحماض الأمينية في البروتين .

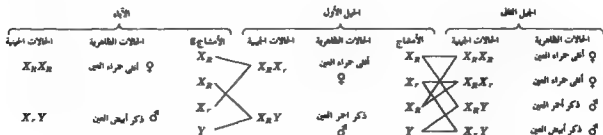
أصبحت الطريقة الدقيقة ، التي يتم عن طريقها عمل الجينات ، واضحة من خلال التجارب التي أجريت على العفن والفيروسات . وقد ساعد العفن يروسورا ببعض المعلومات الواضحة في هذا المجال . ينمو النوع البرى من هذا الكائن في وسط بسيط يحتوى على مادة كربوهيدراتية (سكر) ، ومصدر للنيتروجين (غير عضوى) ، وبعض الأملاح غير العضوية ، وفيتامين البيوتين . يستطيع



شكل ١٩ - ١٨ : تحديد الجنس والتوارث المرتبط بالجنس للون العين في ذبابة الفرسوفلا . كمثل كروموزومات الجنس. يقضبان رأسية برموز (R, r) للجينات الخاصة بلون العين

العفن من هذا المخلوط البسيط أن يخلق ويكون جميع الأحماض الأمينية ، والفيتامينات ومركبات عضوية أخرى ضرورية لكي ينمو ، وينمو ، ويتكاثر . ولقد افترض بيلد وتاتوم أن الخطوات الأيضية المتعاقبة ، والخاصة بعمليات التخليق وتكوين هذه المواد ، تتحكم فيها مجموعة من الجينات ، وأنه إذا أدخلت طفرة أو أكثر في الجينات فإن متطلبات النمو الناجحة سوف تتغير . وقد عرض النوع البري من الثيروسيورا للإشعاع لكي تستحث الطفرات ، فأمكن للعفن أن ينمو على وسط « كامل » (الخميرة ، ومستخلصات الشعر ، والكازئين ، وأنواع مختلفة من الفيتامينات والأحماض الأمينية ... إلخ .) ولكن هذه السلالات المشعة (مطفرة) فشلت في النمو على الوسط « البسيط » ثم أضيفت شيئا فشيئا الفيتامينات والأحماض الأمينية .. إلخ إلى هذا الوسط البسيط حتى وصل إلى تركيب كاف للنمو ، وفي وقت ما توصل الباحث إلى التعرف على عدة سلالات من العفن ، في كل واحد منها تم إيقاف أحد التفاعلات الكيميائية الحيوية ، وعند إضافة المادة التي تنتج عن هذا التفاعل (الذي أوقف) ، فإن النمو يستمر طبيعيا .

يتم إثبات العلاقات المتكافئة البسيطة بين الجين والفاعلات الكيميائية الحياتية عن طريق مادتين شاذتين في أبيض الفضلات . فحين يتم إخراج الحمض الأميني الفينيل ألانين ، الموجود في كثير من البروتينات ، فإنه يتحول بواسطة سلسلة من الإنزيمات إلى ثنائي أوكسيد الكربون والماء . وهنا يحدث في الشخص المعادى الذى يحتوى على الجينات -P و A- إحدى مراحل هذا التحول هو مركب ألكاتون . والشخص الذى يعاني من الحالة المعروفة بألكاتونوريا (يحتوى فقط على الجينات المتتعة aa) تختفى منه الإنزيمات الخاصة بأكسدة ألكاتون (حامض هوموجتستيك) ، وبذا يتم إخراج هذا المركب الوسط ، وترك البول فترة تصبح لونه معتماً . وبعد ذلك ، يؤدي ترسيب مادة ألكاتون إلى إعتام الغضروف الموجود في الأذن ، وفي العين (الصلبة) ، ثم في النهاية يؤدي إلى التهاب المفاصل . وفي حالات الفينيل كيتونوريا (pp) ، يتجمع الفينيل ألانين في الدم ، والمسائل الغني الشوكي ، والبول (حيث يتم إخراج كحامض الفينيل يورفيك) . ومثل هؤلاء الأشخاص عادة ما يكونوا ضعاف العقل كما يفتح لون شعرهم . ومع ذلك ، فإن الإكتشاف المبكر لهذه الحالة وتنظيم الغذاء يمكن أن يمنع الكثير من التخلف العقلي . وهذه الأمثلة واضحة لأن غياب



شكل ١١ - ١٥ : الحوارث المرتبط بالجنس للون العين في المروصولا . تراوج بين أنثى متخاللة العوامل حمراء العين وذكر أيضا العين

الجين السائد (P أو A) ينتج عنه فقدان كامل لإحدى مراحل الأيض الضرورية التي تؤثر على عمليات الجسم الأخرى. معظم النقص الكيميائي الحيائي في الأيض يمكن أن يكون كمياً وليس نوعياً، كما يملكه الجين، ومن هنا تأتي صعوبة التعرف عليه.

١١ - ١٩ الحامض النووي DNA والوراثة

مع أن التركيب الدقيق للجينات وطريقة عملها ما زالت مجهولة، فإن هناك دلائل كثيرة تبين أن المادة الداخلة في تنظيم العملية الوراثية هي الحامض النووي DNA (الفقرة ٢ - ٢٧). يستخدم تنابع القواعد في الحامض DNA كشفرة أو مستودع للمعلومات، يتم عن طريقها تحديد تنابع الأحماض الأمينية في الإنزيمات والبروتينات الأخرى الخاصة بالخلية. وبهذا يكون التركيب الجزيئي للجين هو المسئول عن المميزات الفسيولوجية والشكلية الخاصة بالفرد.

تبين الدراسات الكيميائية بأن كمية الحامض DNA في الأنوية الثابتة ثابتة في النوع الواحد وتحتوي الأنوية الأحادية للحيوان المنوي والبيض على نصف هذه الكمية. وتأتي الأدلة المقنعة على أن حامض DNA هو الذي يحمل المعلومات الوراثية من الدراسات التي تمت على البكتيريا والفيروسات. فقد وجد في تجارب التحول أن حامض DNA المستخلص من نوع أ من البكتيريا حين يضاف إلى أفراد من نوع ب من البكتيريا ينتسب في تحول أفراد كثيرة من النوع ب إلى الحالة الجينية للنوع أ. وقد وجد بالإضافة إلى ذلك أن الفيروس البكتيري والذي يتكون فقط من الحامض DNA والبروتين يمكن ترقيمه بواسطة مفتني مشع. يدخل الحامض DNA المرقم خلية البكتيريا ويصبح مسئولاً عن تكوين نواتج فيروسية تحتوي على حامض DNA والبروتين الحاصلان بالفيروس.

من ذلك يظهر بوضوح أن كل خلية في جسم الحيوان تحصل على نفس المجموعة من الجينات، وبذلك يكون لكل خلية القدرة على تكوين كل البروتينات الخاصة بهذا الحيوان. ومع هذا، فليست لكل الخلايا القدرة على إنتاج كل البروتينات، فالخلايا المختلفة تنتج بروتينات مختلفة، والخلايا المتشابهة تنتج أيضاً بروتينات مختلفة في أوقات مختلفة. وعلى ذلك فلا بد من وجود ميكانيكية ما تعمل داخل الخلية وليست مسئولة فقط عن تشغيل وإيقاف الجينات ولكنها أيضاً تنظم كمية البروتين التي تنتجها هذه الجينات في أي وقت. وبمعنى آخر، هناك شيء يجب أن يعمل على منع أو حث تكوين البروتين.

تقترح النظرية الحديثة التي وضعها جاكوب ومونود ميكانيكية يتم بواسطتها المنع أو الحث على تخليق البروتين داخل الخلية على مستوى الجين. وهذه النظرية هي نظرية أوبرون.

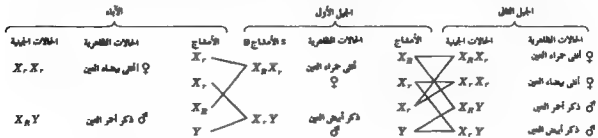
تقترح نظرية أوبرون وجود نوعين خاصين من الجينات، الجينات المنظمة والجينات العاملة، بالإضافة إلى جينات البناء المسئولة عن التخليق العادي للبروتين ويفترض أن سلسلة الجينات البنائية التي تنتج البروتينات (الإنزيمات) اللازمة لأي وظيفة أفضية معينة تقع واحدة تلو الأخرى على

الكروموزوم ، ويفترض أن كل مجموعة تكون مرتبطة بمين عامل خاص . وهذا المين العامل يجب أن يعمل عندما تكون جينات البناء المرتبطة به في حالة نشطة . وتسمى الوحدة المتكاملة المكونة من جينات البناء والمين العامل بالأوبرون . ويمكن أن تكون الجينات المنظمة قريبة أو بعيدة عن الأوبرون التي تنظمه . تقوم جينات التنظيم بإنتاج بروتينات خاصة تعمل بطريقتين على التحكم في إنتاج البروتين بواسطة جينات البناء

في حالة منع تكوين البروتين ، فإن البروتين الناتج بواسطة المين المنظم يتفاعل مع المنتج الأخير لسلسة الأيض التي تعمل بمساعدة الإنزيمات الناتجة بواسطة جينات البناء . ويعمل هذا المركب المعقد المتكون من المنظم والمنتج الأخير على منع المين العامل من العمل على بناء البروتين . وبمعنى آخر ، فإن المين العامل يتوقف عن العمل . ونتيجة لذلك تتوقف جينات البناء عن العمل وتتوقف عملية الأيض . ويستمر هذا المنع طالما أن المنتج الأخير يوجد بمستوى فوق مستوى معين يلزم لتكوين المركب المعقد . ولكن حين ينخفض المنتج الأخير تحت هذا المستوى المعين فإن المركب المعقد يختفى ، ويعود المين العامل للعمل ثانية ، وتقوم جينات البناء مرة ثانية بتكوين الإنزيمات التي تعمل على تجديد عملية الأيض . وعندما يتكون المنتج الأخير مرة ثانية ، يتكون المركب المعقد ، وبذلك تتوقف الجينات عن العمل .

في عملية الحث على إنتاج البروتينات ، يمنع البروتين المتكون بواسطة المين المنظم المين العامل عن العمل وجينات البناء عن إنتاج الإنزيمات اللازمة للعمليات الأيضية . عندما تدخل المادة الأساسية للإنزيمات ، الناتجة عن جينات البناء ، في هذه العملية ، فإن المادة الأساسية تتحد مع بروتين المين المنظم ، وهذا يوقف عملية منع المين العامل ويسمح بتكوين الإنزيمات اللازمة للتفاعل ، وبذلك يستمر هذا التفاعل الذي سيستنفذ المادة الأساسية . وحين يحدث ذلك ، فإن عملية المنع سوف تعمل مرة ثانية على إيقاف إنتاج الإنزيمات .

يعمل هذا التفاعل بين المين المنظم ، والمين العامل ، والمادة الأساسية ، وكذلك المنتج الأخير على توفير كثير من الطاقة للخلية وتمكن الخلية من تحقيق الإنزيمات عند الحاجة فقط . وهذا هام لاستمرار الحياة حيث أن الخلية الواحدة لا يمكنها أن تقوم بتجهيز كل الإنزيمات والمنتجات الأخيرة ،



شكل ٩٩ - ٩٦ : الفوارث المرتبط بالجنس لقول المين في الدروسوفلا . الأم (الأنثى) بيضاء العين

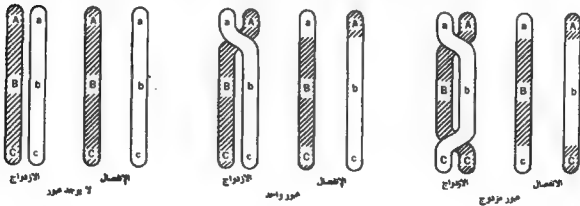
التي يمكن لمجموعتها المتكاملة من الجينات أن تقوم باتنتاجها ، لو كانت كل الجينات نشطة في وقت واحد .

وقد استخلصت الاستنتاجات التي ذكرت عن تخليق البروتين من الدراسات التي أجريت على بعض لاقمات البكتريا والبكتريا ، وقد تأكد أنها تمثل ما يحدث في النباتات والحيوانات الراقية .

وعلى ذلك ، فالكائن الحي هو خليط مركب من المركبات الكيميائية يجري عليها تغيرات متتابعة ومنظمة تتحكم فيها الإنزيمات لكي تنتج الظاهرة التي تطلق عليها لفظ الحياة . والكائن الحي بسيط في تركيبه الأساسي ، ولكنه معقد في العمل ، يستمر بتون أن يظهر عليه الكبر ، ولانتهائى في التنوع . والشيء الأكثر تأثيرا هو القاعدة ! إن الاتحاد البسيط بين أربع متغيرات يشكل شفرة وراثية أساسية لتكوين البروتينات الضرورية لبقاء كل المخلوقات الحية وتطورها (ملخص عن T.H.Jakes, 1963, Am. Scientist, vol. 51, P. 244)

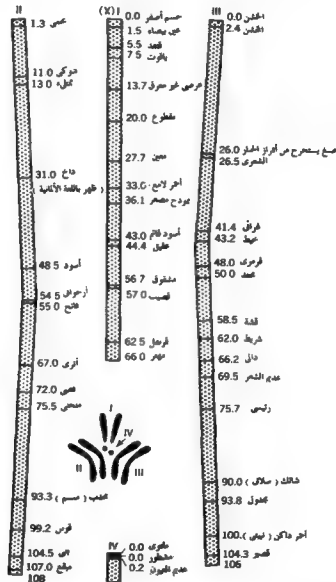
١١ - ٢٠ تعبير الحالة الظاهرية

لقد اختار مندل في دراسته لنبات البازلاء صفات متباينة بدرجة كبيرة ، ومكنه ذلك من اكتشاف القوانين الأساسية في علم الوراثة . ولقد اتضح في السنوات الأخيرة أن العلاقة البسيطة ، ١ : ١ بين الجين والصفة ، نادرة . كما اتضح أن الأكثر وجودا وربما بصفة عامة أن الجين يؤثر على عديد من الصفات ، كما أن العديد من الجينات يمكن أن تتفاعل مع بعضها لتؤثر في كل السمات التي تظهر في النباتات والحيوانات . وتسمى هذه الظاهرة بالليو ترويزم ، **Pleiotropism** . ومن خلال التفاعل بين الجينات فإن مجموع الجينات أو الجينوم التي تحدد الحالة الظاهرية . كما أن التفاعلات



شكل ١١ - ١٧ : رسومات تخطيطية لظاهرة المور ، تبادل الجينات بين الكروموزومات المتماثلة .
A,a;B,b;C,c تمثل أزواجا من جينات الصواد في الكروموزومات المتماثلة التي تزدوج أثناء الاشباه . إلى اليسار . لا يوجد تغيير في الوسط . عبور واحد . إلى اليمين . عبور مزدوج

الكيميائية الحياتية بين الجينات وبين الصفات لا يحدث في فراغ . فهي تقع تحت ظروف فسيولوجية للفرد دائمة التغير وفي بيئة خارجية معرضة للتغير . وعلى ذلك فإنه يمكن أن يكون لشخص تركيب جيني تنتج عنه أيادي بيضاء ، ولكن نتيجة لعدم وجود مادة نياسين في فيتامين ب المركب في غذائه ، فإن حالة لون اليد تتغير بإضافة الصيغ . ومن أمثلة تأثير التغيرات البيئية على تعبير الصفة هو تأثير درجة الحرارة على لون الشعر في أرنب الهيمالايا . ففي منطقة الظهر التي تحددها العوام



شكل ١١ - ١٨ : الخرائط الكروموزومية للدروسوفلا . رسم تخطيطي كروموزوم من كل زوج مع الأماكن النسبية للبعض من الجينات العديدة التي حددت بواسطة دراسات الارتباط . تحدد الأرقام المسافة النسبية بين كل جين ونهاية الكروموزوم . الشكل الداخلي بين كروموزومات المفصل .

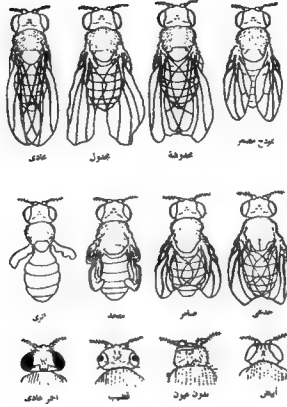


شكل ١١ - ١٩ : الكروموزومات الصلابة من الفهد الناعية للبروسوفلا (صورة فوتوغرافية مكبرة ٥٠٠ مرة) . كل كروموزوم مزدوج ويحوى على العديد من الأشرطة الغير منفصلة . الحرفان R.L. يشيران إلى الأفرع اليسرى واليمى للكروموزومات الأرقام كما في شكل ١١ - ١٨ (Courtesy of B.P.Kaufmann.)

الوراثية باللون الأبيض ، نزع الشعر من أحد الأرنب ثم وضع في حجرة باردة ، فوجد أن الشعر الجليد الذى نعى كان أسود اللون . والسؤال المطروح - من يلعب الدور الحاسم في تكوين الفرد ، الوراثة أو البيئة - أصبح بلا معنى ، حيث تتفاعل الالثنان معا في كل حالة لتحدد الحالة الظاهرية للفرد .

١١ - ٢١ زواج الأقارب وزواج الأبعاد

يسمى زواج الأفراد التى تربط بينها صلة قرابة بزواج الأقارب ، وهذا يمكن أن يتضمن زواج أخوة وأخوات ، أو درجات أقل من القرابة . وقد أمكن استنباط وتحسين كثير من سلالات الحيوانات المستأنسة والنباتات عن طريق زواج الأقارب . ولكن في العادة يتجنب الناس زواج الأقارب ، كالتزاوج بين أبناء العمومة ، خوفا من إنتاج أطفال معيبة . ويحصل زواج الأقارب على إنتاج نسل متماثل العوامل . وحيث أن معظم الجينات التى تسبب العيوب تكون متنحية فإن زواج الأقارب يعطى فرصة أكثر لظهور الصفات المعيبة . وتعتمد النتائج على التركيب الجيني للنسل الذى يحدث التزاوج بين أفرادهم . ولقد نتج عن تزاوج الأخ والأخت في خنازير غينيا ، خلال ٢٣ جيلا ، نسلا صغير الحجم ، قليل الخصوبة ، ضعيف المقاومة لمرض السل الرئوى ، وقد أجريت هذه التجارب بواسطة Sewall Wright وآخرين . ومع ذلك ، أجرى Helen D. King تزاوجات متشابهة في الفئران البيضاء خلال ٢٥ جيلا مستخدما في كل مرة الأفراد الأكثر قوة ، وتمت في النهاية مقارنة بين الأفراد التى تم التزاوج فيما بينها والأفراد التى تزوجت خلطيا ، وكانت النتيجة مرضية . كما أجريت تجارب أخرى على أجيال كثيرة من ذبابة الدروسوفيللا انتهت بإنتاج مجموعات عادية .



شكل ١١ - ٢٠ : بعض الطفرات في أجنحة وعيون الموشوفا التي تستخدم في دراسة الموروث والإرتباط (قارن شكل ١١ - ٩) . (عن مورجان وآخرين)

زواج الأقارب بالانتخاب يمكن أن ينتج قطعانا محسنة ومقنعة ، تضم الصفات السائدة المرغوبة في حالة متائلة العوامل .

زواج الأبعد ، هو تزواج بين أفراد بعيدة القرابة ، وينتج عنه عادة هجيناً عفياً ، بحيث تتفوق الأبناء على الآباء في القوة والحجم . ويعمل زواج الأبعد على إنتاج أفراد مختلفة العوامل يتم فيها احتجاب الصفات المعيبة بواسطة الصفات السائدة العادية . معظم التزاوجات التي تتم في الإنسان هي زواج أباعد ، وعامة تكون الناس مختلفة العوامل ، وعلى ذلك فإن ظهور العيوب يكون نادراً . أما في المجتمعات المزولة فإن زواج الأقارب يكون هو القاعدة وبذلك تظهر عيوب أكثر في هذه المجتمعات عنها في المجتمعات العالمة المفتوحة .

١١ - ١٢ الانتخاب الاصطناعي

لقد أدى التناسل الاختياري واستمرارية الطفرات إلى إنتاج سلالات من الحيوانات المستأنسة تختلف كثيراً في الصفات البدنية والفسولوجية والنفسية عن أسلافها البرية . كانت دجاجة الغاية البرية في الهند (جالوس بانكيفا) صغيرة الحجم تضع إناثها ما بين ١٢ - ١٤ بيضة في العام . إنتاج الانتخاب المستمر منها سلالات مستأنسة عديدة من الدجاج تختلف في الحجم واللون وإنتاج البيض . يصل ارتفاع دجاج الحلوى (باتنام) إلى حوالي ١٠ بوصات ، ووزنها إلى $\frac{1}{3}$ رطلاً ، بينما يصل الارتفاع في دجاج اللحم ، مثل الكوكنز وبلانيت روكس ، ورودايلاند إلى حوالي ١٦ بوصة ويصل وزنها إلى ٨ أرطال ، وتضع دجاجة الليجهورن البيضاء في المتوسط ١٢٠ بيضة في العام ، وفي بعض المجموعات راقية الانتخاب تضع الأنثى أكثر من ٢٠٠ بيضة .

وقد تم انتخاب ماشية اللحم البقري مثل نوع الهيفورد ، والشورتورن وسلالات أبردين ، من أجل التكوين الذي يعطي قطعاً شهية من اللحم ، بينما تم انتخاب سلالات اللبن مثل سلالة الهولشتاين - فرنهان والجرس من أجل الحصول على كميات كبيرة من اللبن ، ونسبة عالية من الزبد . تضم الكلاب (المستتعة من الذئاب ومن ابن آوى الإيوراس) الآن أكثر من ١٠٠ سلالة من الكينجيز الصغير إلى أنواع الكلاب الوولف الضخمة . ومن الكلاب قصيرة الأرجل من أنواع الدافهوند والبولدوج إلى طويلة الأرجل مثل الكلاب السلوقي . ويختلف اللون بادئاً من الأبيض متيناً بالأسود مراراً بالعديد من الألوان . ومن الكلاب من هو عديم الشعر تقريباً مثل شى هوا هوا ، ومن هو مغطى بفروة كثيفة مثل الكويلى ، أو شعر مجعد كما في الكلب الأيرلندي المائي الصغير .

وقد يمكن الانتخاب الإصطناعي من استمرار طفرات غريبة كان لا يمكن لها أن تبقى أو تستمر في الطبيعة مثل الحمام المرازز والحمام مروحي الذيل ، أو كلاب البولروج والكينجيز ، لو أمكن الحيوانات المستأنسة أن تتكاثر بنجاح في البر ، فإنها عامة تترد لتشبه أسلافها . وينتج هذا عن الانتخاب الطبيعي للحالات الجينية التي تشبه تلك التي كانت فيما سبق مزدهرة في البر .

١١ - ٢٣ التوائم

حيث أن المجموع الكلي لصفات أى من الأفراد تنتج من الفعل والتفاعل لعدد من الجينات ، فإن النسل المتعدد لزوج من الآباء سوف يختلف . حين تنتج الأنثى أكثر من صغير عند الولادة ، وكل منها يتكون عادة من بيضة منفصلة ، تكون الصغار مختلفة وراثياً . ولكن حين تنفصل الفلجيات المبكرة الناتجة من بيضة واحدة ، وكل فلجة ينتج عنها فرداً ، فإن هذه الأفراد جميعها سوف يكون لها نفس التركيب الوراثي . وينتج عن الحالة الأولى ما يسمى بالتوائم الأخوية (أو ثلاثيات) ، وقد تكون من جنس واحد أو من جنس مختلف ، وهي لا يزيد التشابه بينها عن التشابه الذي يوجد بين أطفال أى عائلة واحدة . بينما ينتج عن الحالة الثانية التوائم المنطابقة ، دائماً من نفس الجنس ، ولهم صفات جسدية وفسولوجية متشابهة ، ويظهرون نفس الميل والقدرة العقلية .

١١ - ٢٤ وراثة الجماعة (العشرة)

في بداية الفصل يوقست الوراثة من زاوية تزواج أزواج مختلرة من الآباء متماثلة العوامل وتحمل صفات معينة تم تحديد أنواع الدرية المتوقعة في الأجيال المتعاقبة . ويبحث علماء الوراثة في النبات والحيوان في إنتاج كائنات لها سميات مرغوبة ، كان تكون كبيرة الحجم أو تتمتع بمقاومة عالية للأمراض . وللوصول إلى ذلك قاموا بإجراء تزاوجات مختلرة ، أولا بين الآباء ثم بعد ذلك بين الدرية و الأجيال المتتالية .

يختلف الوضع تماما في الطبيعة ، حيث تعيش الأفراد و جماعات حيث تتزاوج الأفراد مع بعضها البعض في حرية . وتعرف الجماعة على أنها مجموع الأفراد الحية لنوع واحد تعيش في منطقة معينة . بالإضافة إلى أنه لا يوجد ما يؤثر على تكرار الجينات ، فإن الجماعة قد تحتوي على أى نسبة من روج من الضواد بين أعضائها . تمثل الأجناس البشرية جماعات طبيعية ، والتزاوج في الإنسان لا يكون إنتخابيا لمعظم الصفات الوراثية .

تنطسى وراثة الجماعة تطبيق قواعد مندل على الجماعة ، وخاصة بالنسبة لتكرار الجين ونسب الحالات الجينية بين نماذج التزاوج المختلفة . في حالة زوج من الضواد الجسدية يستخدم الرمز D (للساند) و d (للمتحمي) ولهما نفس التواحد . فإن التزاوج بين الآباء متماثلة العوامل يعطى النتائج التالية :

Parent genotype	DD	dd
Parent gametes	D	d
F_1 genotype	Dd	Dd
F_1 gametes	D, d	D, d
F_2 genotypes	$DD + Dd + dD + dd$ or $\frac{1}{4}DD + \frac{1}{2}Dd + \frac{1}{4}dd$	

ومن ثم فإن التزاوج العفوى بين الحالات الجينية الثلاث لهذا المجتمع سوف يحافظ على الحالات الجينية في الأجيال التالية بنفس النسب .

ولقد جسدت هذه الأسس في قانون هاردي - فاينبرج الذى ينص على أنه في « مجتمع معين حيث يحدث تزواج إغفوى ولا يحدث إنتخاب بين الحالات الجينية فإن التكرار (التردد) النسبى للحالات الجينية (في هذه الحالة dd, Dd, DD) يميل نحو الثبات من جيل إلى آخر » . وتتبع العلاقة بين الجين والحالة الجينية تعبير دى حدين $(p + q)^2$ الذى يمثل صيغة هاردي-فاينبرج الأساسية ، حيث p هي تردد الجين ، q هي تردد الجين المضاد ، و n تمثل عدد الضواد (في هذه الحالة إثنان) و $p + q = 1$ وتستطيع نسب الحالة الجينية عن طريق تطبيق المعادلة ذات الحدين . فعين يكون تردد الجين D هو p ، وتردد الجين d هو q ، و $p + q = 1$ ، فإن تردد الحالات الجينية الثلاث (DD, Dd, dd) يمكن الحصول عليها بتربيع المعادلة كما يلى :-

$$(p + q)^2 = (p + q)(p + q) = p^2 + 2pq + q^2$$

$$p^2 = DD, pq = Dd, \text{ and } q^2 = dd.$$

فإذا كان التردد الأصلي للجين D هو 0.5 ($p = 0.5$) ، وذلك للجين d أيضا 0.5 ($q = 0.5$) بحيث تصبح $p + q = 1$ أو $0.5 + 0.5 = 1$ ، وعلى ذلك فإن تردد هذه الجينات بين الحالات الجينية الثلاث في الجيل الثاني F_2 يمكن الحصول عليه عن طريق الإحلال في المعادلة السابقة : $p^2 + 2pq + q^2$.
وحيث أن $p^2 = (0.5)^2 = 0.25 = \frac{1}{4}$ ، $2pq = 2 \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$ ، فيكون تردد الجين $D = \frac{1}{4} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} = 1$ ، أو نفس التردد الأصلي .

المفروض أن (١) أن الجماعة من الكبر بحيث تكون الأخطاء في فحص العينات غير هامة ،
(٢) هجرة الأفراد غير موجودة إلى داخل أو إلى خارج الجماعة ، (٣) لا تحدث طفرات إن وجدت فإنها تكون نادرة بحيث يمكن تجاهلها ، (٤) الأمشاج التي تحمل الضواد تنتج بنفس العدد ،
(٥) التزاوج عشوى ، و (٦) كل الحالات الجينية (متماثلة العوامل السائدة ، ومختلفة العوامل ، أو متنحية) تتساوى في معدل البقاء والاستمرار - أى أنه لا يحدث أى انتخاب إصطناعى أو طبيعى .
وطبقا لهذا القانون فإنه حين تم معرفة الأعداد الخاصة بمائتين ظاهرة لزوج من الضواد الغير مرتبطة في عينة من جماعة ، فإن القاعدة الوراثية لتوارثها يمكن معرفتها بواسطة حسابات بسيطة ، يطبق قانون هاردي - فاينبرج على المجموعات ذات التزاوجات العشوية . أما في الجماعات الصغيرة المنعزلة ، فإن التزاوجات التي تحدث صدقة يمكن أن تؤدي إلى عدم توازن في نسب الحالة الجينية .
وحيث يؤخذ ذلك في الحسبان إلى جانب الطفرات والانتخاب ، فإنه ينتج تغير تطوري في النوع (فصل ١٣) .

١١ - ٢٥ الوراثة في الإنسان

تمر الصفات الوراثية للإنسان من جيل إلى آخر كما يحدث في الحيوانات الأخرى والنباتات . ولكنه تصعب دراسة التفاصيل وتحليلها وذلك بسبب الفترات الطويلة بين الأجيال ، وكذلك لندرة البيانات الموثوقة التي تميز صفات كثير من الأفراد . بالرجوع إلى الوراء وتتبع تاريخ العائلات التي دونت لها مميزات كثير من أفرادها ، أمكن معرفة كيفية توارث بعض المظاهر البدنية ، والصفات الفسيولوجية ، والسمات العقلية (جدول ١١ - ٤)

١١ - ٢٦ عمى الألوان

هى عدم القدرة على التمييز بين اللون الأحمر واللون الأخضر ، وهى صفة في الإنسان متنحية مرتبطة بالجنس ، فالرجل ذو البصر العادى لا يحمل ولا ينقل هذا القصور (العيب) ، أما الأنثى التي تحمل هذا القصور فإنها تتمتع ببصر عادى ، ولكن حيث أنها غير متماثلة العوامل لهذه الصفة ، فإنها يمكن أن تنجب أطفالا عندهم عمى ألوان ، أما الذكور والإناث المصابة بعمى الألوان فإنهم ينقلون هذا العيب (جدول ١١ - ٣) .

١١ - ٢٧ الوراثية الطيبة

يعرف عن كثير من أمراض الإنسان بأنها وراثية مثل الميموفيليا ومرض السكر (جدول ١١ - ٤) . في الأنيميا المنجلية ، ثم إكتشاف التغير الكيميائي الحياتي الدقيق . فعندما يقل الأوكسجين (داخل الجسم وخارجه) فإن كريات الدم الحمراء في الأشخاص المصابة تأخذ شكلاً منجليا . تعاني الأفراد المصابة متاثلة العوامل من الأنيميا ، وهي عادة مميتة ، ولكن الأشخاص التي يكون فيها إختلاف في جين واحد أي مختلفة العوامل فلا تظهر عليها أعراض المرض .

جزء الميموجلوبين رباعي ، يتوى على أربع سلاسل متعددة الببتيدات ، سلسلتان متطابقتان من نوع ألفا ، وسلسلتان متطابقتان من نوع بيتا^١ ، تضم جميعها ٦٠٠ حامض أميني . في الميموجلوبين المنجلي فإن السلسلتين ألفا تكون مطابقة لتلك التي توجد في الميموجلوبين العادي ، ولكن أحد الأحماض الأمينية من عدد ١٤٦ توجد في سلسلة بيتا وهو حامض جلوتاميك يستبدل بحامض ليزين . وهذا التغير طفيف ولكنه هام ، وقد أثر على التجمع الإنساني في وسط أفريقيا

جدول ١١ - ١٤ : بعض الصفات النمطية الموروثة في الإنسان

الصفة	سائدة	متحية
عادية		
صنع الجلد	عادي	لا يوجد (ألبو)
لون قزحة العين	بني	أزرق
فهر عادية	قصيرة	عادية
أصابع اليد والقدم	بدها غشاء	عادية
	أصابع زائدة	عادية ، ٥ للواحدة
الوظيفة الصحية	Hemington's كوربا *	عادي
أبيض القليل الأتني	عادي	بلاهة القليل كيونوروك +
الصين	عينة صلبة (إظلام عين ورثي)	عادي
	دهن داخلي (جلوكوما)	عادي
الأذن	سمع عادي	صمم - عرس
مرتبطة بالجنس		
إحصار الألوان	عادي	أحمر اللون
تغير الدم	عادي	ميموفيليا

* مرض إختلال في الجهاز البصري يؤدي إلى الوراث في صنف البشر
+ يحدث بواسطة جين صبغي يورث ليس الجنس الأنثوي قبل الأيمن . لجميع هذه لثقة حتى تصل إلى معدل سام وظف المتكون
الباني والحصل . يخلل الفرد مجال العوامل البصري في أن يكتفر .

لسبب غريب . فالأشخاص التي تكون مخلفة العوامل للأيميا المنجلية تظهر عادة مقلومة كبيرة للملاريا . وهذا الميزة الإنتخابية أدت إلى ازدياد حالات الأيميا المنجلية في المناطق التي تكثر فيها الملاريا .

في كثير من بنى الإنسان ، ينتج عن نموذج الكروموزومات XX-XY أفراد عادية بالنسبة للجنس . في الإناث يظهر جسم كروماتيني له قابلية عالية للصبغ في الفشاء النووي لخلايا طبقة البشرة ، وبطانة الفم ، وفي أماكن أخرى . هذا الجسم الكروماتيني لا يوجد في الذكور ومن الواضح أن الكروموزومات XX لها إستجابة خاصة للصبغ ، وقد ساعد هذا على تفسير بعض الشواذ الجنسية .

أعراض تورتر لفظ يطلق على الإناث صغيرة القوام ولها غدد ثلثية طفولية وأعضاء تناسلية داخلية عادية ، ولكن المناسل تكون ضامرة أو غير موجودة ، وتكون الخلايا سلية الكروماتين ، معطية دلالة على الذكورة ، ولكن عدد الكروموزومات . يكون ٤٥ وتحتوى على كروموزوم X واحد فقط . أعراض كلينيفلتر . تميز الذكور التي لها خصيات صغيرة جدا ، وحيواناتها المنوية عادة غير ناضجة ، وبها قصور في الهرمونات . تكون الأنوية عادة موجبة الكروماتين ، والكروموزومات الجنسية هي XXY . وجود كروموزوم XX وكروموزوم Y يمكن أن يتسببا في هذه الحالات الشاذة .

وتمثل أعراض داون أو المنغولية حالة خطيرة ، حيث أن الذرية الناتجة تكون متأخرة جسدياً وعقلياً ، مع شذوذ في الوجه وجفون العيون واللسان وأعضاء أخرى ، وقد اشتق اسم المنغولية من وجود ثنية في جفن العين تشبه تلك التي توجد في المنغولين . تظهر أعراض المنغولية على ١٥ ٪ من الشعب القوقازي ، ولكن معظم مرضى هذا المرض يموتون مبكراً . وتزداد الحالة بزيادة عمر الأم (١١ حالة للأم بين ٣٥ - ٣٩ سنة ، ١٠٠ حالة للأم التي في سن ٤٥ أو أزيد) ، بينما لا يؤثر عمر الأب على هذه الحالة . عند إنجاب التوائم يتأثر كلاهما إذا كانت التوائم متطابقة ، بينما يتأثر أحدهما فقط في التوائم غير المتطابقة ، وهذه قاعدة وراثية أكثر منها فيسيولوجية . وقد أجريت دراسات على مزرعة نسيجية من الخلايا الليغية وخلايا غناع العظام من أشخاص مصابين بالمنغولية ووجد أن بالخلية ٤٧ كروموزوماً ، حيث يوجد أحد الكروموزومات الجثمانية في صورة ثلاثية ، وينتج ذلك عن عدم الانفصال . فشل الكروموزومات المزدوجة في الانفصال أثناء الانقسام غير المباشر . ويعمل عدم التوازن الوراثي هذا أثناء التكوين الجنيني لتنتج عنه هذه الحالة .

مراجعة

- ١ - تورث مجموعات الدم في الإنسان A,B,O على أسس الوراثة المتدلية البسيطة ، ولأن البيضة أو الحيوان المنوي تحمل جينا ل A , B أو O فإن الزيجوت ربما يكون BO,AO,BB,AB,AA أو OO . تستخدم هذه المعلومة أحيانا للتأكد من بنوة طفل . نفرض أن هناك أم لها مجموعة دم A لها طفل بمجموعة دمه O . إلى أى مجموعات ينتمى الأب ؟ هل الأم متأللة العوامل ؟ هل يمكن لطفل من مجموعة O أن يكون له أم من مجموعة B ، وأب من مجموعة B ؟
- ٢ - عرف : التزاوج (التهجين) الثنائي ، السائد ، المتنحي ، الضواد ، الجين ، متألل العوامل ، الحالة الجينية ، الحالة الظاهرية ، التزاوج (التطبيع) الرجعي ، العامل الحميت ، العوارث المرتبط بالجنس ، الكروموزوم الجنسي .
- ٣ - إشرح النسبة المتدلية في التزاوج الأحادي . لماذا يكون عدد الحالات الظاهرية والحالات الجينية التي يحصل عليها فعلاً في الجيل الثاني F_2 في أى تزاوج ليست عادة كالنسبة المتوقعة تماما ؟
- ٤ - ماهى القيمة العملية للتزاوج الرجعي ، والتزاوج الثنائي والعديد ؟
- ٥ - كيف تختلف النتائج في حالة السيادة الغير تامة عنها في التزاوج الأحادي؟
- ٦ - ما هى عوامل الإضافة والجينات المتراكمة ؟
- ٧ - في تزاوج الدروسوفيليا للدراسة لون العين هل تختلف النتائج إذا كان الذكر أو الأنثى من الآباء له عيون بيضاء ؟ ولماذا ؟
- ٨ - كيف يؤثر العبور على صفات اللزعة التالية ؟
- ٩ - ما هى الطفرة ؟ كيف تستخدم الطفرات وزواج الأقارب في تحسين محصول زراعى أو حيوان مستأنس ؟
- ١٠ - ما هى النقاط الأساسية في نظرية الجين ؟
- ١١ - عمى الألوان مرتبط بالجنس ، والجين المسبب له متنحي ، أسرة بها ٤ أطفال ، طفلة وولدان لهم إحصار عادى ، وولد واحد عنده عمى ألوان . ما هى الحالة الجينية لكل من الأبوين ؟ لو كانت طفلة عندها عمى ألوان ، ماذا نعرف عن الأب ؟
- ١٢ - ما هى الأنيميا المنجلية ، وما هى الميزة التى يكتسبها الجين على حامل المرض ؟
- ١٣ - هل يمكن لفرد له إحصار عادى أن تكون أمه عندها عمى ألوان ؟ أو أبوه ؟

الفصل الثاني عشر

علم البيئة والتوزيع الحيواني

لكل كائن حي طريقة معيشة مميزة تعتمد على تركيبه وفسولوجيته ، وأيضاً على نوع البيئة التي يعيش فيها . تتفاعل العوامل الفيزيائية والبيولوجية معا لتكوين العديد من البيئات المتباينة في المناطق المختلفة من الأرض . الظروف البيئية تكون ثابتة إلى حد ما في بعض الأراضي الإستوائية والبحار ، ولكن في معظم أنحاء الكرة الأرضية تتغير درجة الحرارة والرطوبة وضوء الشمس مع الفصول ، وهذه العوامل في مجموعها تعرف بالمناخ . دورة حياة كل نوع من الكائنات الحية تكون منسقة بإحكام مع الظروف المناخية لبيئته . لا يوجد حيوان يعيش لنفسه كلية ، وعلى التقريب من ذلك فإن كل حيوان يكون جزءاً من مجتمع حي متكامل يتضمن أفراداً أخرى من نفس نوعه ، وأنواعاً حيوانية أخرى عديدة ، بالإضافة إلى نباتات من أنواع قليلة أو عديدة . علم البيئة (إيكولوجي : أوبكوس ، بيت) يختص بالدراسة العلمية للعلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية وبيئتها ؛ التوزيع الحيواني هو دراسة تواجد الحيوانات في الزمان والمكان .

علم البيئة البيئية الفيزيائية

تتأثر الحيوانات والنباتات بعوامل فيزيائية وكيميائية متنوعة ، من أهمها (١) ضوء الشمس ، (٢) درجة الحرارة ، (٣) الماء (متضمناً درجة ملوحته) ، (٤) الغازات والمعادن . يمكن قياس كل من هذه العوامل ، كما يمكن ملاحظة تأثيراتها على الحيوانات ، ولكنها جميعاً مرتبطة بعضها ببعض ، ولأجل أي منها مستقلاً . يعطى ضوء الشمس الطاقة الضوئية التي تستخدم بواسطة النباتات في التمثيل الضوئي ، كما أنها تعمل أيضاً على تدفئة البيئة الحيوانية ، وترفع درجة حرارة الماء ، التي تؤدي إلى التبخر (وفي النهاية إلى نزول المطر والتلوج) . تسيطر درجة الحرارة على سرعة جميع التفاعلات الكيميائية ، بما فيها من تفاعلات بيوكيميائية في الكائنات الحية . الماء مذيب لمعادن التربة اللازمة للنباتات ، وتحتاجه الأجسام الحيوانية ، كما يعتبر وسطاً يعيش فيه العديد من الحيوانات .

فقط في مدى حرارى يتراوح ما بين -٢٧ إلى ٥٠ °م أو أقل من ذلك . يتأثر التحمل الحرارى بالرطوبة ويعتمد أساساً على قوة التبخر للهواء أو النسبة المئوية لبخار الماء بالنسبة إلى التشبع عند أى درجة حرارة معينة . على سبيل المثال ، في الصحراء الجافة الهواء ، درجة حرارة ٣٢ °م (٩٠ °ف) تكون مناسبة للإنسان ، ولكن نفس درجة الحرارة ، مقترنة برطوبة نسبية عالية ، يصعب تحملها في المناطق الإستوائية .

تؤثر درجة الحرارة على النمو ، تكوين الثمار ، والبقاء في النباتات ، التي تعتمد عليها مختلف الحيوانات كغذاء . الربيع البلد الطويل يؤخر نمو الأعشاب والأوراق التي يتغذى عليها العديد من الحشرات ، والقوروس ، وغيرها من آكلات العشب ، وقد يحد ذلك من فرص بقائها في الحياة . الجو غير المناسب أثناء فترة تفتح الأزهار قد يؤدي إلى نفرة الثمار اللينة أو البذور التي تتغذى عليها طيور متنوعة ، مما يدفع هذه الطيور إلى الهجرة لمناطق أخرى بحثاً عن الغذاء أو تتعرض للموت جوعاً .

الزواحف ، البرمائيات ، الأسماك ، الحشرات ، وجميع اللاشعويات الأخرى لها تنظيم داخلي محدود لدرجة حرارة الجسم أو ليس لها بالرة . معدل العمليات الكيميائية الأضية وبالتالي نمو وأنشطة هذه الحيوانات يتأثر بشكل مباشر بدرجة حرارة البيئة الخارجية ، إذ تزداد سرعة هذا المعدل بالحرارة وتبطيء بالبرودة ، كل نوع له مده الحرارى ؛ تقتل جميع الأنواع عن تعرضها لفترة طويلة لدرجات حرارة التجمد أو الحرارة زائدة . إذا تعرضت الحيوانات لجو التجمد عند بداية تكوين البيض أو البويضات ، فإن معظمها يموت ، وتقل أفوادها تبعاً لذلك . لبعض الحشرات بيض ، يرقط ، أو غدارى تقضى فصل الشتاء كأطوار سائكة ذات أبيض منخفض ، في أماكن تحت سطح الأرض ، بين النباتات ، أو في قاع البرك والجاري المائية ؛ وتعتبر هذه وسيلة للهروب من التجمد . بعض الحشرات التي تأسرها الطلوج يمكنها البقاء حية بداخلها لأن ماء الجسم يحتوى على نسبة عالية من الأملاح المذابة مما يمنع تجمده .

الزواحف والبرمائيات تلجأ للبيات الشتوى في الأرض أو الماء ، للهروب من التجمد في المناطق التي تتعرض لدرجات حرارة منخفضة أثناء الشتاء . بعض نماتين المناطق الصحراوية الجافة ، التي تكون نشطة أثناء النهار في الربيع ، تضطر لأن تصبح ليلية النشاط أثناء الصيف حتى تتجنب الحرارة المرتفعة . معظم أسماك المياه العذبة تكون غير نشطة في الجو البارد ، ولكل نوع حد أعلى لتحمل الحرارة . حيث أن التغيرات في درجات حرارة المحيطات تكون أبطأ وغير شديدة ، فإن الكائنات البحرية تكون أقل تأثراً بالتغيرات الموسمية للمناخ ؛ ومع ذلك تقوم أنواع عديدة من الأسماك البحرية بهجرات موسمية هجلاً وجنوباً .

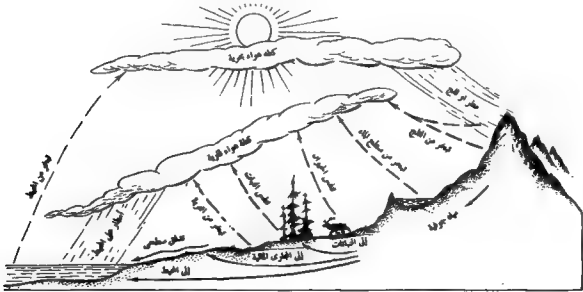
الطيور والتدييات لها أجسام معزولة ، كما أنها تنظم درجة حرارة أجسامها ؛ لذلك فهي نادراً ما تتأثر بشكل مباشر بالتغير في درجة حرارة الجو ، ولكن البرودة الزائدة في الشتاء أو الحرارة الشديدة في الصيف قد تفرض عليها حالة إجهاد وتقلل من إحتياجاتها الغذائية . العديد من الطيور تقضى فصل الصيف في المناطق الباردة والقطبية الشمالية ، وتهاجر شتاءً إلى مناطق أكثر دفئاً لتحصل على الغذاء المناسب للطيور ، الأيائل ، والفزلان التي تقضى الصيف في الجبال المرتفعة كما في غرب أمريكا الشمالية ، تهاجر

إلى مناطق منخفضة لنفس السبب .

السنجاب الأرضية وبعض الحفائش آكلة الحشرات تدخل في حالة سكون في فصل الشتاء ، أو يبات شتوي ، عندما يصبح غذاؤها من الفصول الدافئة غير متوافر . أثناء البيات الشتوي ، تنخفض درجة حرارة الجسم لتصبح مقاربة لدرجة حرارة مخبأ الحيوان ، يصاحب ذلك بطء في ضربات القلب والتنفس ، والأبيض المنخفض يزود في المقام الأول من الدهن المخزن في الجسم قبل الدخول في البيات الشتوي .

١٢ - ٣ الماء

يوجد تبادل مستمر للماء بين الهواء ، الأرض ، والبحر ، وبين الكائنات الحية وبيئاتها . بالإضافة إلى ذلك فإن للماء تأثيراً جوهرياً على بيات الكائنات . دورة الماء (شكل ١٢ - ٢) تتضمن التبخر ، تكون السحب ، تساقط الأمطار والثلوج ، تدفق الماء السطحي ، وتسرب الماء خلال التربة . يخزن الماء كميات هائلة من الحرارة ، ولأن حرارته النوعية عالية جداً (كل جرام من الماء يحتاج إلى كالوري واحد لرفع درجة حرارة ١°م عند ١٥°م) ، لذلك فإن أى كتلة كبيرة من الماء تسخن ببطء في الربيع كما تبرد ببطء في الخريف . تبلغ كثافة الماء أقصاها عند ٤°م (٣٩°ف) ، وهو يتمدد عندما تقل درجة حرارته عن ٤°م ، ويتحول إلى ثلج عند درجة الصفر المتوى (٣٢°ف) . قوة هذا التمدد كبيرة للدرجة أنها تشقق الصخور عند تجمد الماء الموجود في الشقوق ، وتعتبر هذه إحدى وسائل تكوين التربة . (تشرح الأسطوانات الحديدية في سيارة عند تجمد



شكل ١٢ - ٢ : دورة الماء . تبادل مستمر للماء بين الهواء ، الأرض ، والبحر ، تتج عنه تغيرات يومية وفصلية متنوعة في بيات الكائنات والحيوانات .

الغلاف المائي يعتبر مثلاً شاملاً لهذه القوة . (طقف الثلج لأنه أخف من الماء ، يشكل أهمية كبيرة للكائنات . وإن لم توجد هذه الخاصية ، لتراكم الثلج في قاع البحيرات ، ولوجدت كتل دائمة من الثلج في قاع معظم المسطحات المائية الكبيرة ، وبدلاً من ذلك يجمد الماء عندما يبرد إلى 4°C ، كما تصعد المياه الأكثر دفئاً ، ونتيجة لذلك تنشأ تيارات الحمل . هذه التيارات تحدث انقلاباً للماء في فصل الربيع والخريف في البحيرات الباردة ، كما تحمي الكائنات من درجات الحرارة القصوى ، ذلك لأن الماء أسفل الغطاء الثلجي السطحي في البحيرات العميقة لا تنخفض درجة حرارته كثيراً عن 4°C .

تأثر الحيوانات الأرضية بالمحتوى المائي للهواء ، أو الرطوبة النسبية (النسبة المئوية لبخار الماء بالنسبة للتشبع عند أي درجة حرارة) . بعض الحيوانات تتكيف للعيشة في الصحاري ذات الرطوبة المنخفضة ، والبعض الآخر لا يعيش إلا في جو مشبع تماماً ببخار الماء ، وهناك أبعاضاً حيوانات عديدة تفضل العيش في أجواء متوسطة الرطوبة . الأماكن المحدودة التي تعيش بها حيوانات صغيرة حيث تجد غذاءها ومأوى لها ، تكون ذات مناخ محلي بالغ الأهمية ، وعادة ما تتميز بدرجة حرارة أقل ورطوبة أعلى عن تلك للمناخ العام للمنطقة التي توجد بها . في المناطق الجافة يخشى العديد من الحيوانات أثناء النهار حتى لا تتعرض للموت من الجفاف . وهي تجازف بالخروج ليلاً حيث تكون درجة الحرارة أقل والرطوبة أعلى ، خاصة عند سطح الأرض . في المناطق التي تكثر فيها الأمطار صيفاً ، أو في الحقول والحدائق التي تروى ، تزداد الرطوبة بالقرب من سطح الأرض بدرجة تسمح للاقتاريات الصغيرة أن تنشط نهراً .

الحيوانات الأرضية تتعرض لتغيرات في الضغط الجوي في الأماكن المرتفعة عن سطح البحر ، ذلك لأن كثافة الهواء تقل مع الارتفاع (وبالتالي الأوكسجين المتاحة) . الإنسان الذي يعيش في الجبال العالية يكون قلبه أكبر حجماً وخلايا دمه الحمراء أكثر عدداً ، وبذلك يمكنه أن يعوض النقص في كمية الأوكسجين المتاحة ، ومتسلقو الجبال من الأماكن المنخفضة يستخدمون خزانات أوكسجين لتساعدتهم على التنفس . ومن المعتقد أن طيران بعض الطيور يكون أقل سهولة في الهواء ذي الخلخل العالي . في أي مكان ، مهما بلغ لارتفاعه ، تكون التغيرات في ضغط الهواء (القراءات البارومترية) مقترنة بالتغيرات في المناخ . الرياح الشديدة - الناتجة عن تغيرات محلية في الضغط - لها تأثير متنوع على الحيوانات ؛ الطيور والحشرات يكون طيرانها أقل سهولة ، وقد تدفعها الرياح إلى مناطق جديدة ؛ والرياح السريعة قد تسبب جفافاً للنباتات والعديد من الحيوانات .

في البحيرات العميقة والبحار ، يزداد ضغط الماء بصفة منتظمة مع العمق (اضغط جوى ، أو ١٥ رطلاً لكل ١٠ أمتار) ، ومع ذلك استطاعت بعضه جالاتيا الدائريكية كسح حوالي ١٠٠ نوع من اللاقاريات بالقرب من جزر القلبيين عند عمق ١٠,٥٠٠ متراً تقريباً ، حيث يصل الضغط إلى حوالي ١ طن / سم^٢ . وهذه الحيوانات يمكنها العيش لأن الضغط داخل أجسامها يعادل الضغط الخارجي . العديد من أنواع البلاتيكتون وبعض الأسماك تنهبط إلى أعماق تصل إلى ٤٠٠ متراً أثناء النهار ، ولكنها تصعد إلى السطح ليلاً ، وهي بذلك تتعرض لتغير تدريجي في الضغط يصل إلى أربعين

مرة . يستخدم الغطاسون خزانات هواء تمددهم بالأكسجين ، ولتحافظ على الضغط داخل رئاتهم عندما يكونون في الماء .

الدورات الكيميائية في الطبيعة

العناصر التي تكون أجسام النباتات والحيوانات تستخلص جميعها من البيئة ، وهناك تبادل مستمر أو دورة لهذه العناصر تلازم الكائنات أثناء الحياة حتى الموت (شكل ١٢ - ١) .

الكربون (ك) هو أحد المكونات لجميع المركبات العضوية بالبروتوبلازم (فصل ٢) . يستخدم ثاني أكسيد الكربون (ك ٢) بالهواء أو الماء في بناء جزيئات الكربوهيدرات أولاً وهذه مع البروتينات والدهون تكون أنسجة النباتات تُؤكل النباتات بواسطة حيوانات معينة ، وبعد عمليات الهضم والإمتصاص (فصل ٤) يُعاد تشكيل مركبات الكربون إلى مركبات مشابهة لتلك في الحيوانات . وهذه المواد ، تمر بدورها في حيوانات أخرى . ينتج عن الأيض الهدمي في الحيوانات ثاني أكسيد الكربون كمادة إخراجية تنفسية تعود إلى الهواء أو الماء .

الأكسجين (أ) يتم الحصول عليه من الهواء مباشرة أو من الهواء المذاب في الماء (شكل ٦ - ٣) ، ويستخدم في عمليات التأكسد في أجسام الحيوانات . ويعود مرة أخرى إلى البيئة إما متحداً مع الكربون كثنائي أكسيد الكربون أو مع الهيدروجين كماء . بعض الماء الذي يستخدمه النبات في التمثيل الضوئي ينشط ويطلق الأكسجين إلى البيئة الخارجية ، ولكن النبات نفسه يستهلك بعض الأكسجين في التنفس . « حوض التربة المتوازن » يحتوي على نباتات وحيوانات بأعداد معينة بحيث تكون احتياجاتها المشتركة ومردودها من الأكسجين وثاني أكسيد الكربون في حالة توازن .

نيتروجين (ن) الهواء الجوي يمكن إستخدامه مباشرة فقط بواسطة البكتيريا المثبتة للنيتروجين في التربة أو في العقد الجذرية لبعض النباتات البقلية ، والتي تحولها إلى نترات (ن أ) بعد ذلك . تستخدم النباتات النترات في تكوين البروتينات النباتية . وهذه البروتينات قد تعود إلى التربة عند تحلل النباتات ، أو تتغذى عليها الحيوانات وتحول إلى بروتينات حيوانية . وفي عمليات الأيض الحيواني تتحلل البروتينات في النهاية إلى مواد إخراجية نيتروجينية وتخرج على شكل بولينا ، (ن ب) ك ٢ ، حامض بوليك ، أو أمونيا . وبفضل بكتريا أخرى في الماء هو التربة يتحول هذه المواد الإخراجية إلى أمونيا ثم إلى نترات ، تتعرض هذه النترات لفعل بكتيري وينطلق منها النيتروجين الذي يعود إلى الهواء ، أو تتحول إلى نترات .

بعض الأملاح المعدنية ، أو المواد الكيميائية غير العضوية لازمة للنباتات والحيوانات (فقرة ٢ - ٢١ ، ٤ ، ١٢) بكميات قليلة ولكن محددة ، تختلف من نوع لآخر . تحصل النباتات على المكونات المعدنية من محلول التربة الذي يحيط بجذورها ، وهذه المكونات تعود إلى التربة فقط عند تحلل النباتات أو إحتراقها . تحصل الحيوانات على حاجتها من الأملاح المعدنية جزئياً من غذائها والجزء الآخر من الماء ، وفي بعض الأحيان من التربة مباشرة . الأملاح المعدنية في الحيوانات تعود إلى التربة أو الماء مع المواد

الإخراجية والبرزخ وعند تحليل أجسامها (شكل ١٢ - ٣) .

الفسفور يلزم بكميات قليلة لجميع عمليات البناء وتحولات الطاقة . الفوسفات (- فوسفور) أصبحت في متناول النباتات من خلال تآكل المخازن الضخمة المتكونة بالصخور في العصور البائدة . ويستخدم الفوسفور عادة بواسطة النباتات والحيوانات ، ثم يعود بعد ذلك إلى التربة عن طريق التجلل أو الموت . البعض ينتقل إلى البحر حيث يُفقد جزء منه في الرواسب العميقة ، ولكن الجزء الأكبر يعود إلى الأمشاك والطيور البحرية . يبحث الإنسان عن الرواسب الضخمة الناتجة من تراكُم ذرق الطيور ، كما في الجزء الساحلية لبيرو وفي جزيرة ناورو بجنوب الباسيفيكي ، ويستخدمها كسماد فوسفاتي ، وبذلك يعود بها إلى الدورة .

البيئة السيلوجية والعلاقات المتبادلة بين الحيوانات

خلال ثلاثة بلون سنه من التطور ، أصبحت العلاقات بين الكائنات الأرضية شاملة ومعقدة ، إذ تطورت الأنواع معاً في بيئة متنوعة ساهمت بنفسها في تكوينها . التنافس الناشئ عن التكاثر والموارد المحدودة قد أدى إلى ظهور طرق معيشية عديدة ، ونتيجة لذلك قل الصراع من أجل الغذاء ، مكان المعيشة ، المأوى ، والأقران . هذا التنوع في الكائنات عزز بتزايد في التعقيد البيئي صاحبه زيادة في أعداد الأنواع . العلاقات الشاملة والتفصيلية يمكن مشاهدتها بوضوح ، من إعتاد الحيوانات على النباتات في غذائها إلى العلاقات المتبادلة بين أفراد النوع الواحد . وهذا النوع الأخير من العلاقات يتراوح من التجهيز الأولي للأعشاش بواسطة الدبابير إلى الرعاية المستمرة للصغير وإعتادها لفترة طويلة على الآباء في العديد من الطيور والثدييات ، بما فيها الإنسان . القليل من الحيوانات ، متضمنة النمل الأبيض ، النمل ، والبعول (الإنسان أيضاً) طورت مجتمعات تعاونية أصلية تضم أفراداً للتكاثر شغالة ، جنوداً ، حاضنات ، إلخ .

١٢ - ٥ الغذاء

معظم النباتات تتنافس مع جيرانها على نفس الأشياء - ضوء الشمس ، معادن التربة ، والماء - ولكن الحيوانات تكون أكثر تنوعاً في إحتياجاتها . الغذاء الحيواني ، مهما كان نوعه ، ينشأ أصلاً من النباتات . يحتاج كل نوع من الحيوانات لكمية معينة من الغذاء المناسب . الإنسان ، القردان ، والذباب المنزلي يمكنهم العيش على أغذية متنوعة ، ولهم القدرة على تغيير نوع الغذاء كلما دعت الضرورة . ومع ذلك فإن العديد من الأنواع تكون أكثر تخصصاً ، وتعيش فقط في المكان والزمان الذي يتوافر فيه غذائها الخاص . يتفدى القندس على الحياء الداخلي لشجر الصفصاف والجوهر فقط ؛ بركة أبو رقيق الكرنب يقتصر غذائها على أوراق نباتات العائلة الصليبية ، بعض نطاط الأوراق يعيش فقط على عصارات أنواع معينة من النباتات ؛ ذباب الخيل يمتص دم الثدييات . بعض مصادر الغذاء تكون فصلية ، والأنواع التي تعتمد عليها في غذائها ، لا بد لها أن تغير من غذائها أثناء الفصول الأخرى من السنة ، تدخل في حالة يبات ، تهاجر لمكان آخر أو تموت .

المحيطات ، يعكس البيئة الأرضية ، يوجد بها نباتات معدودة ؛ أقرب البحر (أبلينا) ، من الرخويات ، يتغذى على عشب البحر ، مثلما يتغذى الأرنب على الخس ، بعض القواقع والبطلينوس تكشف الطحالب القصية الكثيفة التي تغطي صخور الشاطئ . مراعى المحيطات ، تتكون أساساً من البلاتكتون ، ومعظمه من نباتات مجهرية (دياتومات وطحالب أخرى) وحيوانات (قشريات ، يرقات) ، وهذه الكائنات طافية وينجرفها التيار في الماء من مكان إلى آخر . يتباين البلاتكتون في الكم والنوع من فصل لآخر (كالزهور الية في أحد الحقول) . يعتبر البلاتكتون غذاء لأعداد لا حصر لها من القشريات الصغيرة ، والكيوتونات ، وحيوانات أخرى ، وأيضاً ليرقات الرخويات ، الحلقيات ، والجملد شوحيات .

تكثر أعشاب البحر في الخلجان ، مصبات الأنهار ، ومياه الشواطئ ، والعديد منها حولية (تعيش لعام أو فصل واحد فقط) . عندما تموت أعشاب البحر عبط إلى القاع ، وهناك تحترق بواسطة فلورا غنية بالبكتيريا قاطنة القاع . الدبال المجهرى الناتج (مواد نباتية وبكتيريا) يكون زبد القاع . يعتبر هذا الزبد الغذاء الرئيس لديدان متنوعة ولا فقاريات أخرى تُفرز شبكاً مخاطية أو يكون لها طرق خاصة لانتقاء دقائق الغذاء من الماء أو الطين . خيار البحر وبعض قنافذ البحر تتبلع طين القاع بكميات كبيرة لتستخلص منه البقايا النباتية كغذاء لها . توجد أيضاً إمدادات من دقائق عضوية ، أو مواد متحللة ، تتكون أساساً من الحيوانات التي تنهط إلى القاع بعد موتها . تستخدم هذه المواد المتحللة كغذاء للحيوانات آكلة الرمة - بعض جراد الماء ، السرطانات ، قنافذ البحر ، وغيرها . في المحيطات ، الحيوانات التي يتعدى حجمها المستوى المجهرى ، تتغذى أساساً على حيوانات أخرى . الحيوانات التي تتغذى على البلاتكتون تقع فريسة للافقاريات سائحة أخرى ؛ وهذه بدورها تعتبر غذاء للقشريات الكبيرة والأحماك الصغيرة ؛ وتلك تفرسها أسماك كبيرة ، وهكذا .



شكل ١٢ ٣ : دورة الأملاح المعدنية . المواد التي ترفع إلى الجبال تتحلل إلى معادن التربة . بواسطة عوامل التعرية وحركة الماء أو الرياح تنقل هذه المواد تدريجياً إلى الأراضي المنخفضة والبحار ؛ وفي الوقت نفسه تنقل بعضها خلال النباتات والحيوانات مرة واحدة أو عدة مرات .

الحيوانات آكلة النباتات تعبر مستهلكات أولية في أى مجتمع حيوانى . وهذه بدورها تستعمل كغذاء لحيوانات أخرى (مستهلكات ثانوية) التى تؤكل بواسطة حيوانات غيرها . الطاقة التى يحصل عليها النبات أصلاً من الشمس تمر على شكل مادة خلال سلسلة غذاء ؛ وجميع سلاسل الغذاء فى مجتمع تكون شبكة غذاء (شكل ١٢ - ٤) . ويمكن تمييز عدة مستويات غذائية فى أى نظام حيوى . المنتجات ، النباتات الخضراء تشغل المستوى الغذائى الأول ؛ آكلات النبات ، أو المستهلكات الأولية تمثل المستوى الثانى ، وهكذا .

أى سلسلة أو شبكة غذائية هى فى الواقع نظام لانقالات الطاقة . طاقة الجهد التى تتكون فى النبات تمر خلال مستويات متتابعة من الحيوانات المستهلكة . عند كل مستوى يفقد بعض من الطاقة كحرارة (للتحويلات الكيميائية) للبيئة الخارجية ، والمجمل يقل تدريجياً خلال السلسلة (يفقد حوالى ٩٠٪ من الطاقة عند كل مستوى) . تحلل النباتات تنتج عنه حرارة أكثر ، وتحلل الحيوانات تنتج عنه حرارة أقل .

شبكات الغذاء غاية فى التعقيد (شكل ١٢ - ٤) حتى فى المجتمعات الصغيرة ، ولكن من الممكن توضيحها بمثالين بسيطين . فى بركة ما ، البكتيريا والدياتومات بنى مواداً ، وفى تتابع تلتهم الكائنات الصغيرة بكائنات أكبر ، لذلك :

بكتيريا ودياتومات ← أوليات صغيرة ← أوليات كبيرة

أسمك ← حشرات مائية ← دورات وقشريات صغيرة

الأسمك الكبيرة ، أو أى كائنات متوسطة ، عند موتها وتحللها ، تصبح غذاءً للبكتيريا ، وبذلك تكمل الدورة . وأيضاً قد تؤكل الأسمك بواسطة البلشون ، القندس المسكى أو الإنسان نفسه أو أى كائن آخر . السلسلة الغذائية على الأرض قد تتضمن الآتى :

نباتات ← حشرات آكلة نبات ، قوارض ، أو ثدييات المراعى

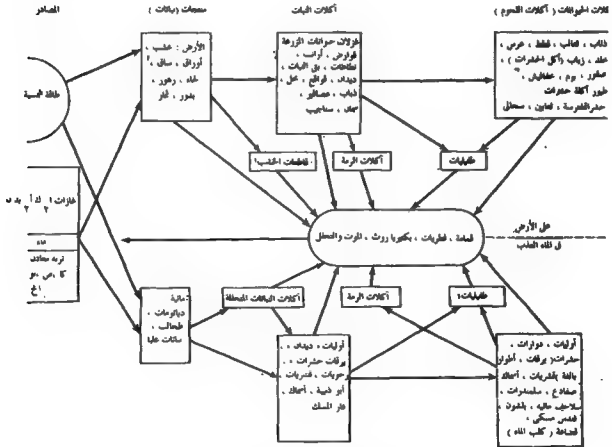
آكلات لحوم كبيرة ← حشرات مفترسة أو آكلات لحوم صغيرة

ويتهى هذا بالموت والتحلل كما فى الماء .

وفى أى سلسلة لحيوانات مفترسة ، تزداد الأفراد المتتابعة فى الحجم وتقل فى العدد . سلاسل الغذاء ليست مستقيمة تماماً ، ولكن لها تفرعات عديدة ووصلات متبادلة . أى حيوان أعلى من المستوى الأصغر ، يحصل على غذاء (فريسة) يكون مناسباً لحجمه ، ووسيلته فى إستهلاكه ، متأكداً أن الفريسة لا هى صغيرة بالقدر الذى لا يستفاد منه ، ولا كبيرة بالدرجة التى لا يمكن التغلب عليها بنجاح . معظم سلاسل الغذاء الأرضية تكون أقصر (مستويات غذائية أقل) من تلك التى فى الماء ، لأن النباتات الأرضية تكون عادة أكبر حجماً ، والعديد من الحيوانات الأرضية الكبيرة تتغذى عليها مباشرة .

الكتلة الحيوية هى الكمية الكلية للمادة الحية فى منطقة معينة .

العالم هوارت . أودم قدم في دراسته على سلفر سينغيز ، فلوريدا ، بياناً مفصلاً عن إنتقال الطاقة في مجتمع طبيعي . ينبوع الماء العذب الضخم الفريد في حالة نبات لسنين عديدة ، يعطى يومياً أكثر من ٣٠٠ مليون جالون عند درجة حرارة ٥٢٣°م تقريباً . الإنتاج الأولي يتم بواسطة نباتات مغمورة ، أساساً ساجيتاريا لوريكانا ، وطبقة قشرية من طحالب خضراء . آكلات النبات السائدة هي السلاحف المائية ، أسماك البوري ، أسماك الشمس ، أسماك أخرى ، قواقع ، بعض الحشرات ، إلخ .. آكلات اللحوم الصغيرة تتضمن أسماك الشمس ، أسماك السلور ، خنثافس مفترسة ، ولا فقلريات صغيرة . آكلات اللحوم الكبيرة هي أسماك الباص الأسود كبير الفم ، أسماك الجار ، والتماسيح الأمريكية . المحللات « تضم البكتيريا وجراد الماء . دورة الكتلة الحيوية تتم بمعدل ثمانى مرات سنوياً تقريباً بإنتاجية أولية كلية ٦,٣٩ كج/ متر^٢ (٥٧,١٠٠ رطل لكل أكر) من مادة عضوية . « الهرم » بالجرامات لكل متر مربع من الكتلة الحيوية ، يشمل كائنات منتجة ، ٨٠٩ ؛



شكل ١٢ - ٤ : بعض العلاقات المتبادلة بين المواد غير العضوية ، النباتات ، والحيوانات في الطبيعة . تبين الأسهم مسار المواد من المصادر الأولية (غير العضوية) خلال كائنات متنوعة ثم العودة إلى التربة ، الماء ، أو الهواء . كل دورة تعبر سلسلة غذاء .

آكلات نبات ، ٣٧ ؛ آكلات لحوم ١١ ؛ آكلات لحوم عليا ، ١٠٥ ، مُحللات ، ٥٠ . الاختلافات بين خرج مستوى غذائي ودخل مستوى يليه تعزى إلى مواد متحللة ومواد أخرى تُجرف مع تيار الماء . صافي الإنتاج النباتي يمكن أن نضيف إليه الحيز الذي يطعمه السائحون للأسماك (٤٨٦ ك كالورى/م^٢ / سنة) .

١٢ - ٦ هرم الأعداد

شبكات الغذاء لأي مجتمع وصفها تشارلز إيلتون على أنها هرم أعداد . الحيوانات عند القاعدة تكون صغيرة وعديدة ، بينما تلك التي عند القمة تكون قليلة ولكنها كبيرة ؛ وما بينهما توجد زيادة مطردة في حجم الأفراد مع نقص في أعدادها . في الغابات متساقطة الأوراق ، على سبيل المثال ، قد يوجد المن والحشرات الأخرى الدقيقة آكلة النبات بأعداد ضخمة ، الصناك والخنثفس آكلة اللحوم تكون شائعة إلى حد ما ، الطيور آكلة الحشرات أقل عدداً ، والصقور والعرس التي تقترب الطيور قليلة ومتفرقة . أصغر الأنواع حجماً يمكنها التكاثر بسرعة بسبب حجمها ، في حين أن الأفراد الكبيرة في السلسلة تكون أكثر بطناً في تكاثرها . أكبر المفترسات عند القمة تكون نادرة نسبياً فهي لذلك لا تتوافر كفرائس لأنواع أخرى . في هرم الأعداد يحدث فقد مطرد للطاقة (كحرارة) من خلال النشاط الأيضي من مستوى غذائي لآخر يليه .

١٢ - ٧ المأوى وأماكن التربة (شكل ١٢ - ٨)

الحيوانات التي تعيش في بيئات مائية كبيرة مفتوحة يمكنها تجنب الحيوانات المفترسة نظراً لقرعتها الفائقة على الحركة . أنواع عديدة في البيئات المائية الصغيرة وعلى الأرض تعيش في أماكن آمنة لها منافذ للهرب أو مخاىء ، تستخدم في الإختفاء من الحيوانات المفترسة وفي أغراض أخرى . الثدييات الصغيرة ، الطيور ، السحالي ، والحشرات تقطن الأرضى العشبية ، الشجيرات ، الصخور ، أو الأشجار ؛ أسماك ولا فقاريات بحرية متنوعة تأوى بين الأعشاب البحرية ، الصخور ، أو المرجان في مياه الشواطئ ، وبعض أسماك المياه العذبة تعيش وسط النباتات المائية . الخلد ، جرد الجب ، بعض الثعابين ، حشرات متنوعة ، ديدان الأرض ، ولا فقاريات أخرى تكاد تقضي حياتها في التربة . جميع هذه الحيوانات المتنوعة يتوافر لها الأنواع المناسبة من الغذاء ، كما يمكنها الهرب من الحيوانات المفترسة ، وبالإضافة إلى ذلك فإنها تتجنب الظروف الجوية القاسية أو المؤثرات الضارة التي تتعرض لها في بيئاتها المتنوعة التي تعيش فيها .

معظم الحيوانات لها أيضاً متطلبات خاصة لأماكن التربة التي تحفظ فيها البيض وترى فيها الصغار . البعض يستخدم المأوى لهذا الغرض ، لكن البعض الآخر يبنى أعشاشاً خاصة ، كما يفعل العديد من الطيور ، بعض الأسماك ، وحشرات متنوعة . تُبنى الصغار في أماكن تتوافر فيها الظروف المناسبة : في العديد من الطيور ، وبعض الثدييات ، يختار كل زوج مكاناً محدداً للإقامة فيه تتوافر فيه الاحتياجات

الغذائية سواء للأيمن أو الصغار أثناء موسم التزاوج والحضانة ، مكان الإقامة المحدد يُدافع عنه عندما يهاجم من أفراد آخرين من نفس النوع .

١٢ - ٨ الموضع البيئي والتنافس

أفراد النوع الواحد لها نفس متطلبات الحياة - الغذاء ، المأوى ، أماكن الأعشاش ، إلخ .. وجملة متطلبات الحياة تعرف بالموضع البيئي . يمكن أن يحدد الموضع البيئي أيضا بالوظيفة التي يقوم بها الكائن في المجتمع أو النظام البيئي الذي يعيش فيه . الموطن لنوع ما يطلق على البيئة التي يعيش فيها . موطن السنجاب الرمادي الشرق (*سكويروس كارولينينسيس*) هو غابات الخشب الصلب الشرقية ؛ وموضعه البيئي يمكن تحديده بالنسبة لمصدر الغذاء ، وقت التغذية ، مكان العش ، إلخ .. الأنواع التي لها مواضع بيئية متشابهة تقطن مواطن متشابهة حول العالم . الكائنات والكبير الأسترالي ، بعض أمثال أفريقيا ، البيسون بأمريكا الشمالية وأوروبا تشغل نفس النوع من الموطن - أراضي عشبية - ولها موضع بيئي غذائي متشابه - فهي من حيوانات المراعي .

تباين الأنواع في الحجم وصفات المواضع البيئية التي تشغلها . الفأر المنزل والجرذ النرويجي نجحا في العيش مع الإنسان في كل مكان في العالم ، ويعزى ذلك إلى حد ما إلى الموضع البيئي الواسع لهما بالنسبة للغذاء والمأوى . الموضع البيئي لبعض الأنواع يقتصر على نوع واحد من الغذاء فقط - العرسة سوداء القدم (*موسلا تيجريس*) يقتصر غذاؤها تقريبا على كلاب البراري (نوع *ساينوس*) . الأنواع التي لها موضع بيئي واسع تعرف بذوات الموضع البيئي العام ، أما تلك التي لها موضع بيئي محدود فتعرف بذوات الموضع البيئي الخاص . وهذه الأخيرة قد تكون أكثر كفاءة في استخدام الموارد الطبيعية ، ولكن فرصتها للبقاء على الحياة أقل لأنها لا تقدر على تغيير موضعها البيئي . وفي الوقت الحالى ، فإن ذوات الموضع البيئي الخاص تقل أعدادها في مناطق عديدة ، لأنها لا تقدر على التكيف للتغيرات التي يحدثها الإنسان في البيئة .

يحدث التنافس عندما يسمى نوعان أو أكثر من نفس الموطن للحصول على نفس المتطلبات البيئية التي لا توجد بوفرة . عند تداخل الموضع البيئي لنوعين أو أكثر ، يحدث التنافس بينها . عندما يحدث تداخل بشكل واسع بين موضعين يتيين لنوعين من الكائنات ، تكون النتيجة بقاء نوع وإخفاء الآخر . وتعرف هذه الظاهرة بمبدأ جلوس ، أو مبدأ الإستبعاد التنافس ، الذي يقرر أنه مامن نوعين لهما نفس الموضع البيئي يستطيعان التعايش معاً في نفس المكان وفي نفس الوقت . وقد استطاع جلوس أن يختبر هذا المبدأ تجريبيا وذلك بوضع نوعين من البراميسيوم ، *براميسيوم كوداتوم* و *ب. أوروليد* في إناء مغلق يحوى على كمية محدودة من الغذاء . وكانت النتيجة هي موت أحد النوعين دائما .

قد تعايش بعض الأنواع المتشابهة معاً في نفس المكان (مثل أنواع الأيائل في سهول إفريقيا) ، وذلك لأن لها مواضع بيئية مختلفة أو لأن ضروريات الحياة متوافرة لها .

قد تتنافس أفراد نفس النوع فيما بينها ، وتعرف هذه الحالة بالتنافس بين أفراد النوع الواحد . وهنا التنافس له أهمية في تحديد حجم الجماعة في الحيوانات التي تعيش في أماكن إقامة محدودة في البيئة ، وتنافس عنها عند حدوث أى تعدد من حيوانات أخرى من نفس النوع (التنافس من أجل المكان) . يكفل هذا التنافس توافر الغذاء ، كما يعمل أيضا على ألا تفوق كثافة الجماعة الموارد المتاحة .

١٢ - ٩ الإفتراس

الحيوان الذى يلتهم حيواناً آخر يعرف بالمفترس ، والحيوان المأكول هو الفريسة . بعض الحيوانات تأكل أفراداً من نفس نوعها وتعرف بالحيوانات التمنية ، البعض الآخر يأكل الحيوانات الميتة وتعرف بالحيوانات الرمامة . في أى سلسلة غذاء ، يوجد بعد الحيوان الأول أكل النبات ، سلسلة متتابعة من حيوانات مفترسة . الإفتراس يختلف عن التطفل في أن المفترس يقضى على فريسته فوراً ، ولكن الطفيل يتغذى على عائلته الحى بصفة مستمرة عادة . وكما قال إلتون تعيش الحيوانات المفترسة على المصدر أما الطفيليات فتعيش على الدخيل .

وبصفة عامة ، يعتقد أن المفترس يعمل على تنظيم أعداد فرائسه . وفي الواقع ، تكون العلاقة متوازنة إلى حد ما . إذا إزدادت أعداد الفرائس ، فإنها سوف تدعم عدداً أكبر من الحيوانات المفترسة ، وإذا إزدادت هذه الأخيرة أيضاً ، إزداد الإقبال على الفرائس ، مما يؤدي إلى تناقص أعدادها . وفي كلتا الحالتين ، تميل أعداد الحيوانات المفترسة إلى التقهقر خلف أعداد الفرائس ، ويعزى ذلك إلى أن المفترس الأكبر حجماً له معدل تزايد أبداً ، على الرغم من أنه يعيش لمدة أطول . قدرة الفرائس على الإختباء تعد أيضاً أحد العوامل ، لأن فرص الفريسة للهروب من المفترس تزداد كلما زادت القدرة على الإختباء . عندما يقل عدد أفراد الفريسة عن مستوى معين ، تصبح ملاحقة المفترس لهذا النوع من الغذاء غير مجدية ، لذلك لابد للمفترس من أن يغير مصدر غذائه وإلا تعرض للهلاك . الثعلب الأحمر يفترس أنواعاً عديدة من الفرائس مثل المرموت ، الأرانب قطنية الذيل ، السناجب ، الفئران ، الطيور ، والحشرات ، كما أنه يأكل أيضاً الفواكه والخيار اللبية ، ويتغير غذاؤه مع الفصل والمكان تبعاً لأنواع الغذاء المتاحة والمتوفرة . مثل هذا الحيوان المفترس ، لا تتعرض أعداده للنقصان بالمقارنة بالطلب القطعي ، الذى يقتصر غذاؤه على البنفسج أو الأرانب التى توجد في أقصى الشمال ، إذ تتفاوت أعداد هذين النوعين من الفرائس بدرجة كبيرة من عام لعام . يعتبر الإفتراس الوسيلة الرئيسية لإعادة توزيع الإنتاجية الحيوانية وذلك بالتحول لأنسجة حيوانية أخرى عند مستويات غذائية أعلى . ويساعد الإفتراس على المحافظة على الجماعات من خلال قدرتها على تغيير عاداتها ، كما يحد من الانفجار المفاجئ والإنتهاك الجماعي في أنواع الفرائس . يعمل الإفتراس أيضاً على المحافظة على الصحة العامة لجماعات الفرائس ، وذلك عن طريق « التأثير الإنتقائي » على الحيوانات المريضة ، الصغيرة ، والمتقدمة في السن . وهذه تعتبر من أهم وسائل الإنتقاء الطبيعي ، لأنها بصفة عامة تعزل الأفراد الأقل ملائمة وبذلك تتخلص من الجينات الرديئة من المجتمع .

١٢ - ١٠ المرض

عملياً يتعرض كل نوع من الحيوانات لأمراض تسببها أنواع عديدة من الكائنات - فيروسات ، ريككتسيات ، بكتيريا ، أوليات ، ديدان متطفلة ، ومفصليات قلم وتلك الكائنات نفسها المسببة للأمراض تعتبر جماعات تتأثر بدورها بعوامل متنوعة في بيئاتها الخاصة ؛ وفي الوقت نفسه تؤثر على أعداد الحيوانات التي تعيش عليها وعلى حالتها الصحية . لذلك يعتبر المرض أحد العوامل التي تنظم أعداد الحيوانات . سوف يقتصر الإهتمام هنا على الحيوانات كطفيليات .

الطفيل هو كائن يعيش على أو بداخل نوع آخر ، يعرف بالعائل ، ويحصل على الغذاء والمأوى على حساب ذلك العائل . العائل يمكنه العيش بدون الطفيل ، ولكن الطفيل عادة لا يمكنه العيش بدون عائله .

الطفيل قد يتطفل قد يتطفل على نوع واحد من العوائل ، أو على مجموعة من العوائل المتشابهة ، أو يتنابذ على نوعين أو أكثر من العوائل ؛ كل نوع من الطفيليات ينحصر وجوده عادة في مكان معين من جسم عائله . الطفيليات الخارجية كالمفصليات والقمل تعيش على الجلد ، والطفيليات الداخلية تتطفل داخل الجسم ، في تجويف القناة الهضمية (ديدان عديدة) أو أعضاء أخرى ، في العضلات (تريشيا) أو أنسجة أخرى ، في الدم (بعض الديدان والأوليات) ، أو حتى في خلايا الدم (طفيليات الملاريا) . بعض الحشرات المتطفلة والقراد تعتبر بدورها عوائل متوسطة لأوليات طفيلية أو كائنات أخرى تنقلها لعوائل أخرى محددة (فصول ١٥ ، ١٧ ، ٢١ ، ٢٢) .

بعض الطفيليات لها تأثير ضئيل على عوائلها ، البعض الآخر يصيب عوائله بصفة مؤقتة أو دائمة وذلك بإتلاف الأنسجة أو إنتاج إفرازات سامة ؛ البعض من الطفيليات يقتل عوائله . الطفيليات الضارة تعرف بالطفيليات المسببة للأمراض .

التطفل ، مع بعض الأمراض ، يعتبر أحد العوامل التي تتحكم في تنظيم مجتمعات الحيوانات العائلية . بعض الأمثلة البارزة لهذا التحكم ، توجد بين الحشرات حيث يصبح الأمر أكثر تعقيداً بالطفيليات الثانوية ، أو الطفيليات الفوقية ، التي تتطفل على الطفيليات الأولية .

١٢ - ١١ المعاشية .

التطفل ما هو إلا درجة واحدة من العلاقات الخاصة بين كائنين من نوعين مختلفين . المجال الكلي للعلاقات الخاصة بين الأنواع يعرف بالمعاشية . حيناً يستفيد نوع من معيشته مع ، على ، أو داخل نوع آخر ، دون ضرر أو فائدة للنوع الثاني ، تعرف هذه العلاقة بالتكافل . وفي التكافل يعيش البعض على ظهر سفينة جروانة ولكن لا يأكل من إمداداتها . ومع ذلك يحصل البعض على الفوائد من « مائدة » المضيف . وفي بعض الحالات ، يرتبط النوعان مع بعضهما بصفة مستمرة كما في أنواع خاصة من الأطومات التي تثبت نفسها فقط على الحيتان أو السلاحف البحرية ، السرطانات التي

تعيش بانتظام في أنابيب بعض الديدان الحلقية والإيكثيرويدية ، والسرطانات التي تقيم في التجاويف الرئيسية لمجر البحر . قد يكون الإرتباط غير دائم في البعض - مثل سمكة الرنمورا التي تلتصق بواسطة مص ظهرى بأسمك أخرى لتضمن الإنتقال من مكان لآخر ، سمكة القواسفر التي تلوى إلى مجمع خيل البحر ، واليومه القزم بالصحراء الأمريكية الغربية الجنوبية التي تستقر وتبنى العش في حفرة حفرها طائر آخر (الرفراف الذهبي) في صبار الساجوارو العملاق .

من أكثر العلاقات وثقاً تبادل المنفعة ، حيث يستفيد كلا الطرفين . كمثال لتبادل المنفعة ، نجد الطيور التي تغطي ظهور تدييات المراعي (طائر الير ، أو طائر الثور ، على الماشية ، الخرتيت ، الخ) ، وتلتقط القراد - فضحل الطيور على الغناء ، وتخلص الحيوانات الكبيرة من الطفيليات ؛ أيضاً تقوم الطيور ، بسلوكها الخاص ، بتحذير التدييات عند إقتراب الحيوانات المفترسة . بعض الأسماك البحرية ، تؤدي لها خدمات مماثلة بواسطة أسماك صغيرة وقشريات . قد يتغذى الحمل والمن بمعزل عن بعضها ، ولكن هناك أنواعاً من الحمل تحفظ المن في أعشاشها وتضعها على جنود أو سيقان القمح ونباتات أخرى لتتغذى . تكفل الحماية للمن ، ويستطيع الحمل للحصول على غذائه ، وهو سائل حلو من المني الخلفي للمن .

في حالات أخرى ، يكون الإرتباط بين نوعين من الكائنات على صورة دائمة . ومن الأمثلة المثيرة للعلاقة بين الحمل الأبيض والأوليات السوطية يأكل الحمل الأبيض الخشب إلا أنه لا يقدر على هضم السليولوز ، ولكن السوطيات التي تعيش في القناة الهضمية للنمل الأبيض يمكنها هضم السليولوز ، وبذلك يصبح الغناء متاحاً لكلا الكائنين . الحمل الأبيض الذي يجرم من السوطيات تجريبياً يموت جوعاً في الحال ، والسوطيات لا يمكنها أن تعيش معيشة حرة . بعض أنواع الإسفنج ، الهيدريات اللاسعة ، وشقائق النعمان تعيش بصفة منتظمة على أصداف السرطان الناسك وغیره من السرطانات . وهذه الحيوانات المحمولة تُنقل إلى مناطق جديدة غنية بالغذاء ، كما أنها لا تنجح أثناء الجُزر ، وأيضاً فكفل لها الحماية إلى حد ما من الحيوانات المفترسة ؛ وفي الوقت نفسه يستفيد السرطان من هذه العلاقة إذ يحصل على بعض التقوية أو التخفى من الأعداء . تبادل المنفعة بين الحيوان والنبات يمكن مشاهدته في الهيدرا الخضراء (كلوروهيدرا) التي توجد بخلاياها طحالب خضراء (زوكلوريلا) ، تنتج إحداهما ثنائي أكسيد الكربون والأخرى الأوكسجين كناتج ثانوي ، وفي أنبوبة مغلقة بإحكام ، يمكنها العيش لبعض الوقت بسبب تبادل المنفعة . بعض الأوليات ، الإسفنجيات ، شقائق النعمان ، المرجان ، والديدان المفلطحة يوجد بها زوككائنلا (سوطيات) ، ويُحدث تبادل مماثل بين أ^١ ، ك أ^٢ . بعض أنواع من الحمل ، الخنافس ، والحمل الأبيض تزرع وتُرعى « حدائق » من أنواع غير عادية من الفطر لا تعيش إلا تحت هذه الرعاية ، وهذه الفطريات هي مصدر الغذاء الوحيد لتلك الحشرات . الإنسان نفسه له علاقات تبادل منفعة مع محاصيله من القمح والذرة وحيواناته المستأنسة التي لا تنمو إلا تحت رعايته .

الإخصاب الخلطي أو التلقيح لزهور النباتات بواسطة الحشرات (أحياناً بواسطة الطيور) يعتبر علاقة تبادل منفعة واسعة الإنتشار وذات أهمية كبيرة لأن نباتات عديدة ذاتية العقم . تنتقل حبوب

اللقاح من سداة زهرة إلى جسم حشرة ثم إلى متاع زهرة أخرى . يحيط نخل العسل على الزهور ليحصل على احتياجاته من الرحيق وحبوب اللقاح (فقره ٢٢ - ١٥) وأثناء ذلك يحمل حبوب اللقاح من زهرة لأخرى . العديد من مصادر الغذاء والأعلاف التي يحتاجها الإنسان تعتمد على هذه العلاقات بين الحشرات والزهور .

١٢ - ١٢ المستعمرات والمجموعات

جميع الفقاريات ، معظم مفصليات القدم ، والعديد من اللافقاريات الأخرى تعيش معيشة حرة ، إذ يسعى كل فرد بنفسه للحصول على احتياجاته . وعلى النقيض من ذلك ، فإن الأسفنجيات ، معظم الهيدريات اللاسعة ، المرجانيات ، البرايوزوا ، القريبات ، وغيرها تعيش جالسة ، إذا ثبتت نفسها على بعض المرتكزات من الصخور ، النباتات ، أو أصداف حيوانات أخرى . وما بين هاتين الفئتين ، هناك أنواع عديدة تعيش معيشة إنفرادية ، إذ يكون كل فرد مستقلاً تقريباً ، وهناك أنواع أخرى تعيش في مجموعات ، أو مستعمرات . الأفراد العديدة لمستعمرة من البرايوزوا أو القريبات ترتبط مع بعضها تركيبياً . وفي حالات أخرى ، فإن الأفراد في مستعمرات الحشرات ، أفواج الأسماك ، أسراب الطيور ، وقطعان الثدييات الحافرية تكون منفصلة تركيبياً ولكنها متكاملة سلوكياً .

يحدث التنظيم الإجتماعى عندما تعيش معاً أفراد كثيرة من نوع واحد بشكل متكامل ، بحيث يعمل كل فرد بطريقة خاصة لصالح العلم . وقد نشأت العادات الإجتماعية مستقلة في رتب عديدة من الحشرات ؛ وهى على مستوى عال في النحل الأبيض ، وفي أنواع كثيرة من النحل ، والدبابير والنمل . مراحل الانتقال من الحياة الإنفرادية إلى الحياة الإجتماعية ترتبط ظاهرياً بإستطالة فترة حياة الحيوانات البالغة وتزايد الرعاية الأبوية . النحل الإنفرادى يجهز أعشاشه بالمؤن ، يضع البيض ، ثم يرحل ، ولا يرى صغاره أبداً . النحل الإجتماعى ، من جهة أخرى ، يغذى صغاره بانتظام أثناء التكوين . وقد تكونت فئات معينة تقوم بأعمال كالغذية ، حراسة المستعمرة ، وهكذا . فئات الشغالة والجنود تختلف في التركيب والفسولوجية ولا يمكنها العيش مستقلة . والنجاح يقدر بالنسبة للمستعمرة ككل وليس بالنسبة للفرد . المجتمع البشرى يتضمن مجموعات متكاملة من أفراد مماثلة متخصصة في حرف أو وظائف مختلفة تعمل لصالح الفرد والمجموعة ككل .

التكامل والتواصل الإجتماعى بين أفراد الحيوانات يتم بوسائل بصرية ، سمعية ، لمسية ، وكيميائية . وقد عرفت الوسائل الثلاث الأولى منذ وقت بعيد . وقد بينت الدراسات الحديثة أن الفيرومونات ، الإشارات الكيميائية ، تعمل بين أفراد النوع الواحد ، وهى شائعة الإستعمال ويتم الكشف عنها عادة بواسطة حاستى الشم أو التذوق . وقد يستجيب لها الحيوان ببطء (أو بسرعة) عند التزاوج أو سلوك آخر . بعض الحافريات ، آكلات اللحوم ، الزواحف ، وحيوانات أخرى تُعلم أماكن إقامتها المحددة بواسطة روائح مميزة . إناث بعض أنواع الفرائس تطلق فيرومونات تجتذب

الذكور على بعد ميل أو أكثر . ذكر النيتوت يتعرف على أنثاه بواسطة رائحتها . بعض الخمل ، أسماك المينو ، وأبو ذئبية تطلق مادة للتخدير عندما تحس بالخطر ، وسرعان ما تنبه الحيوانات الأخرى التابعة لنفس النوع والتي بالجوار . بعض أنواع الخمل يستجيب بسلوك الهجوم . الغورمون الذي يفرز على الأرض يرشد الخمل الباحث عن الغذاء إلى الطريق الذي يؤدي بين العش والغذاء .

١٢ - ١٣ الجماعات

جميع حيوانات النوع الواحد التي تقطن منطقة معينة تكون جماعة . بجانب أنشطة الأفراد ، فإن لكل جماعة تركيب وتنظيم محدد . تميل الجماعة إلى الزيادة والنقصان ، ولها تركيب معين بالنسبة لمعدل الجنسين وتوزيع الأعمار التي قد تتغير تبعاً للظروف . تُحدد الجماعة بالكثافة ، عدد الأفراد في وحدة مساحة . معدل التغير - زيادة أو نقصاناً - يُحدد بعدد الأفراد الجديدة المضافة (معدل الولادة) مقابل الفقد لأسباب عديدة (معدل الوفاة) . عندما تفوق الإضافة الفقد تزداد الجماعة ، والعكس صحيح . مسار الجماعة مع الوقت يمكن توضيحه برسم بياني (شكل ١٢ - ٥) .

القليل من الناس يعرفون حقيقة الجماعات الضخمة من الحيوانات والنباتات التي تعيش الآن ومعدل التغير السريع في العديد منها . الدياتومات والأوليات قد تزيد أعدادها عن مليون لكل لتر من ماء البحر . الإحصائيات التي أجريت على أعداد الكائنات الصغيرة في نصف البوصة العلوى للطبقة العليا من التربة بالقرب من واشنطن أظهرت الآتي : ١,٢٠٠,٠٠٠ من الحيوانات و ٢,١٠٠,٠٠٠ من البنور أو الفواكه لكل أكر من تربة الغابة (٢,٩٠٠,٠٠٠ من الحيوانات و ٥,١٠٠,٠٠٠ من البنور أو الفواكه لكل هكتار) ؛ تربة المروج تحتوي على ١٣,٦٠٠,٠٠٠ من الحيوانات و ٣٣,٨٠٠,٠٠٠ من النباتات . في أراضي المحاصيل ، تبلغ أعداد النطاط أحياناً ٢٠,٠٠٠ إلى ٢٠٠,٠٠٠ لكل أكر (٤٩,٠٠٠ إلى ٤٩٤,٠٠٠ لكل هكتار) ، والإصابات الشديدة بيضاء ويرقات سوس البوس قد يبلغ مجموعها من ٨ مليون إلى ٢٢ مليون لكل أكر (١٩,٧٠٠,٠٠٠ إلى ٥٤,٣٠٠,٠٠٠ لكل هكتار) . أعداد الكائنات الأكبر حجماً تكون طبيعياً أقل كثرة - الطيور ٢ لكل أكر (٥ لكل هكتار) بالولايات المتحدة ، الغزلان واحد لكل ٢٥ - ٤٠ أكر (واحد لكل ١٠ - ١٦ هكتار) ، الدببة السوداء واحد لكل عدة أقال مربعة .

بعض أسراب البط الشتوية شملت أكثر من ٢٠٠,٠٠٠ طائر ؛ السيون في السهول العظيمى كانت أعدادها عدة ملايين ؛ قتل منها حوالي ٣ مليون في الفترة من ١٨٧٢ - ١٨٧٤ فقط . في شرق أمريكا الشمالية ، الحمام الرحال الذي انقرض الآن ، كانت أسرابه تحجب السماء لمدة أيام أثناء هجرته ، وقد قتل حوالي ١٢ مليون منها وبيعت في مدينة واحدة ميتشجان في غضون ٤٠ يوماً .

جماعات معظم الكائنات التي تضمها مجتمعات طبيعية ، تكون ثابتة إلى حد ما مع الزمن . ومع ذلك فإن لكل نوع جهداً تناسلياً أو حيوياً . وهذا الجهد له قواعد هندسية خاصة للكائنات الكبيرة

أو الصغرة ، كما لاحظ مالتوس منذ أكثر من ١٧٠ عاماً . أنثى الذبابة المنزلية (**موسكا هومستিকা**) يمكنها أن تنتج ١٢٠ بيضة . إذا عاشت جميعها ، وغت ، وتكاثرت عبر أربعة أجيال ، يكون هناك أكثر من ٢٥ مليون ذبابة . وبما أن هذا لا يحدث ، فمن الواضح أن هناك عوامل أخرى مضادة ، وتعرف هذه بالمقاومة البيئية . وهي تظهر كزيادة في معدل الوفاة أو نقصان في معدل الولادة أو كليهما .

منحنى النمو المميز للجماعة أدخلت إلى منطقة جديدة (أو جماعة من ذباب الفاكهة أو خنافس اللبنيق) بدأ العمل به في مزرعة معملية وهو أمسى الشكل ر (١) (شكل ١٢ - ٥) . قد يكون النمو بطيئاً في أول الأمر لأن الأفراد القليلة لا تتعرف بسرعة كافية كى يتم التزاوج . وكذلك مع التهجين الحر ، إذ يكون بطيئاً إلى حد ما بسبب طبيعة النمو الأمسى . بعد أن تستقر الأمور ، يصبح النمو سريعاً جداً ، حيث يزداد بشكل أمسى (مثل الربيع المركب) ؛ ولكن في النهاية يصبح فيه منحنى النمو مستويًا حيث (١) تصل الجماعة إلى الحد الذي تصبح مصادر الغذاء محدودة ، أو (٢) تكون جميع المواطن المناسبة قد شغلت ، أو (٣) تتكاثر الطفيليات والحيوانات المجترسة بسرعة كبيرة .

وسائل التغذية الراجعة المتنوعة تعمل أيضاً على الحد من حجم الجماعة وعلى سبيل المثال ، انخفاض اللبنيق توضع في زجاجة تربية وتزود بطعام وثير وتكفل لها الحماية من الأعداء ، ومع ذلك ، فإن أعدادها تصل إلى الفروه ثم تنقص بعد ذلك نتيجة لتراكم الفضلات (البراز) . الماء الذى تنمو فيه أعداد كبيرة من الأسماك وأبو ذنبية ، يحوى على مادة تثبط نمو حيوانات أخرى من نفس النوع . تصل المجموعة إلى حالة توازن ثم تتذبذب حول هذا المستوى ، ويتوقف ذلك على التغيرات في العوامل المناخية والحيوية . تعرف حالة التوازن أيضاً بمستوى التشبع ، أو سعة الحمل ، لمنطقة معينة ، بفرض أن الظروف البيئية تبقى ثابتة نسبياً ؛ وفي الواقع تتغير هذه الظروف من فصل لفصل ، من عام لعام ، وعلى مدار السنين . لذلك ، يعتبر « توازن الطبيعة » ديناميكياً ، يتغير دائماً مع التغيرات في العوامل البيئية المعقدة ، البعض منها يتعرض أيضاً لتغيرات دورية .

على مواسم إنتاج الصغار لأى نوع ، فائض من الأفراد ، ويؤدى ذلك إلى ضغط الجماعة . يكون رد الفعل اختزالاً في الأعداد ، ويتم ذلك بعدة وسائل : الإلتشار إلى مناطق أخرى ، الفقد بواسطة الإفراس ، المرض ، أو الموت جوعاً . وهذه التأثيرات تعتمد على الكثافة ، أى أن لها علاقة بالأعداد في وحدة مساحة . عوامل الفقد تكون أشد فاعلية عندما تزداد الأعداد ، ونقل فاعليتها عندما تنخفض كثافة الجماعة . أحياناً لا تدعو الحاجة إلا لعامل واحد معتمد على الكثافة ليصل على تنظيم الجماعة .

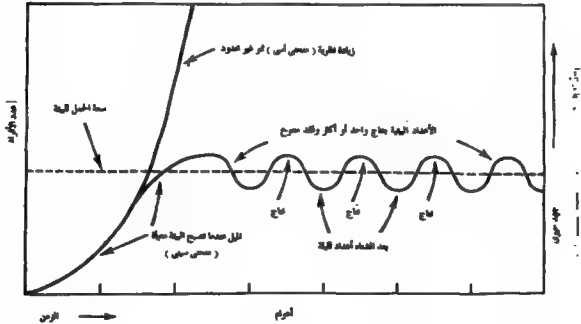
المناخ القاس غير المتوقع (أعاصير ، موجات جفاف ، فيضانات ، حرارة أو برودة زائدة)

(١) قد يكون المحسى على شكل ٣ عندما يكون النمو سريعاً ، ويؤدى ذلك إلى الإستهلاك المفرط للموارد الطبيعية . الإنخفاض في النمو يكون سريعاً جداً بعد ذلك ، ويحدث هذا قبل أن تصبح عوامل الصعوبة التالية ذات أهمية داخل الجماعة . وفي هذه الحالة يقال أن الجماعة تنهار .

لا يعتمد على الكثافة في تأثيره على إنحدار النوع . يتناسب معدل الوفاة مع أعداد الحيوانات الموجودة ، ولكن لا يوجد تأثير خاص له علاقة بكثافة الأعداد عندما تحمل الكارثة ، ما لم يكن التزاوج قد تسبب في حرمان بعض الأفراد من المأوى .

بعض الجماعات تبقى ثابتة نسبياً من عام لآخر مع بعض التغيرات الطفيفة فقط ، وعلى المعدل السنوي تكون الأعداد المضافة متوازنة مع تلك المفقودة . من المؤكد ، أن هناك تغيراً موسمياً خلال السنة ، الأعداد تكون أكبر بعد إنتاج الصغار مباشرة ، ثم تنخفض بعد ذلك حتى موسم التزاوج التالي . وعلى العكس من ذلك ، هناك أنواع معينة تبدي تغيرات دورية مميزة : الجراد الأوراسي ، قران المروج ، اللمنج ، القطا المطوق ، الأرنب ذو الحذاء الثلجي ، الوشق القطبي هي أمثلة قليلة . تردد الأعداد كظاهرة في بعض الأعوام ، ثم تقل بشكل مفاجئ في أعوام أخرى . الأرنب المتغير (ليهاس أمريكانس) في كندا تذبذبت أعدادها بمعدل ١ : ١٠٠٠ ، ولكن في معظم الأحوال يكون المعدل ١ : ١٠ . تناهز الدورة ١٠ سنوات . اللمنج له دورة من ٤ سنوات تقريباً .

تغيرات الجماعة الدورية لا تزال غير مفهومة تماماً على الرغم من الأبحاث المستفيضة . دورات الحيوانات المفترسة يمكن أن تفسر كاستجابة للسلوك الدوري للفرائس ، ولكن العوامل التي تحكم دورات الفرائس تعتبر أقل وضوحاً . في القوارض الصغيرة ، مثل قران المروج واللمنج ، هناك بعض الدلائل على أن إيقاعيتها قد تنتج بدلاً من الإستهلاك المفرط الدوري لنباتات التغذية . تتبلر الجماعات تبعاً لذلك ، وتحتاج إلى ٤ سنوات تقريباً لتصل إلى مستويات الكثافة التي تستهلك



شكل ١٢ - • : منحنيات نموذجية لنمو جماعة حيوانية

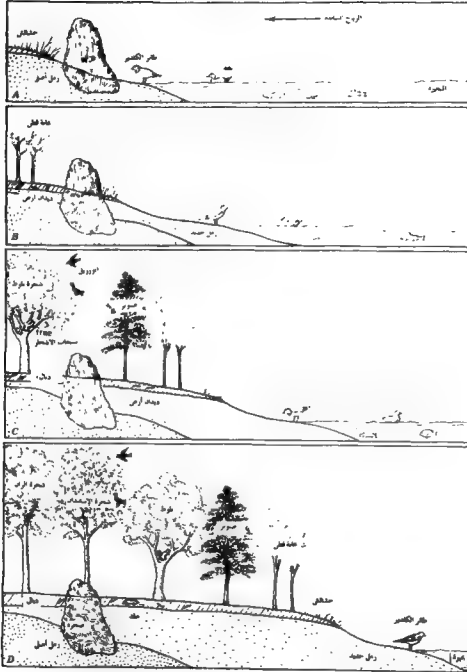
مصادر الغذاء مرة أخرى . العوامل المتضمنة على الكثافة كالإفتراس ، المرض ، وشدة التنافس تقوى مع تزايد الكثافة ، كما تساهم في الإنخفاض الحاد للجماعة . مع ذلك ، فإن التغيرات العشوائية في أعداد الجماعة قد تفسر خطأ على أنها دورات قصيرة الأمد (٣ أو ٤ أعوام) .

١٢ - ١٤ المجتمع الحيوى .

في أى مكان، توجد بين الجماعات الحيوانية والنباتية المختلفة علاقات متبادلة لتكون مجتمعاً حيوياً . تحدث تغيرات في كل جماعة من هذه الجماعات ، وهذه التغيرات تؤثر على الأجزاء الأخرى للمجتمع . بعض المجتمعات - في قطعة خشب ساقطة من شجرة ، بركة ، مرج ، أو غابة - من السهل مشاهدتها وتعليلها ، ولكن البعض الآخر كذلك التى على شاطئ بحيرة أو محيط قد تتداخل مع المجتمعات المجاورة . بعض الحيوانات الكبيرة واسعة المدى مثل الثعالب أو النورس تبنى أعشاشها في إحدى المجتمعات ، ولكنها تحصل على غذائها من مجتمعات أخرى .

بعض المجتمعات تعتبر وحدات عضوية ذات إكتفاء ذاتي ، النباتات والحيوانات تعيش مع بعضها البعض بشكل متماثل . وكما في المجتمعات البشرية يتخصص الأعضاء في وظائف معينة - منتجون ، مستهلكون ، وعملون - وينظمون في شبكة غذائية معقدة (شكل ١٢ - ٤) . ومع ذلك ، فإن بعض المجتمعات قد تتداخل وتتفاعل إلى حد ما مع مجتمعات أخرى . في مجتمعات معينة ، قد يكون للأفراد أشكال وحجوم مميزة ، الأفراد في قطعة خشبية ساقطة تكون صغيرة الحجم وأجسامها مفلطحة أحياناً ، الأفراد في المياه الجارية تكون إنسيابية الشكل . المجتمعات الكبيرة الأرضية والمائية يظهر بها الطبقة . في الغابة ، توجد حيوانات مميزة لقمم الأشجار ، الأفرع السفلية ، اللحاء ، الأوراق المتساقطة المتحللة ، والتربة . في البحيرة ، هناك حيوانات تعيش عند السطح (صرار الماء ، البط) ، وأخرى في الأعماق المتوسطة (بلانكتون ، أسماك) ، وقاطنات القاع (قواقع ، ديدان ، يرقات حشرات ، .. إلخ) . في أى مجتمع ، يوجد نوع واحد أو أنواع قليلة تكون هي السائدة على بقية الأنواع ، في الأعداد ، المميزات الفيزيائية ، أو كليهما . في الغابات الصنوبرية ، تكون شجرة الصنوبر هي السائدة ، ولها تأثير مسيطر إذ تظلل النباتات الأخرى والأرض ، كما تنتج غطاء من الأشواك (ذات تفاعل حامضي) . وبسبب هذه الظروف ، فإن أنواع وأعداد النباتات والحيوانات التى يمكنها العيش هناك تُحدد بدرجة كبيرة بواسطة أشجار الصنوبر .

جماعات الكائنات ويصحبها غير الحية تتفاعل مع بعضها البعض مكونة نظاماً بيئياً . يوجد تدفق للطاقة والمواد خلال نظام بيئى متوازن وآليات تنظيمية راجعة تسهم في ثبات النظام البيئى . على سبيل المثال ، إذا ازدادت أعداد حيوان مفترس ، فإنها سوف تختزل بعد ذلك نتيجة لشدة الفريسة ؛ وعندما تنقص الحيوانات المفترسة ، قد تعود الفرائس إلى أعدادها السابقة مرة أخرى . وهذا النمط من التقليل والتوازن يشبه حالة الاتزان البدنى الفسيولوجية ، أو حالة النبات ، في الكائنات . قد يحدث توازن أو لا يحدث في النظام البيئى ، ويمكن تحديد ذلك بدراسة الدخل الكلى والنواتج الكلى



شكل ١٢ - ٦ : تتابع في الغطاء النباتي وتكوين التربة على حافة بحيرة كبيرة - مهداً لوطن جديد للحيوانات . في مدى قرون عديدة يتحرك خط الشاطئ إلى داخل المساحة الأصلية للبحيرة ، وأنواع جديدة من النباتات تحتل الأرض الجديدة تدريجياً . غير السنين ، تستقر أجيال الحيوانات البدئية في مواطنها الموقوفة - الأسماك والبط في الماء والكالدندر (من طيور الشواطئ) في الشاطئ الزاحف . عند تكون مواطن جديدة ، فإنها تشغل أيضاً - ديدان أرض ولافتلاريات أخرى في الدبال ، سناجيا متسلقة على الأشجار ، وهكذا . الصخرة عند الشاطئ الأصل يغير كدليل (مأخوذة عن ر . و . م برغسلوم ، أساسيات علم البيئة بصرى من مطبعة بوكسود ، بيجرج) .

للطاقة والمواد . قد يُفسد الإنسان الأنظمة البيئية وذلك بتخريبه لآليات التغذية الراجعة وإبادةه للمكونات الحية . عندما دُمّرت جوامع بحاصل عام ١٩٦٢ ، لم يحدث إختلال في التوازن العام ، لذلك كانت العودة للأحوال السابقة سريعة . وعلى العكس ، أدى إدخال الأرناب المستأنسة إلى جزيرة لايزان في عام ١٩٠٢ إلى إبادة الحيلة النباتية تقريباً عام ١٩٢٣ ، عندما قضى على آخر الأرناب . وفيما بعد استعصمت الحيلة النباتية تدريجياً وقد أدى ذلك إلى استرجاع النظام البيئي الفعال . العديد من الأنظمة البيئية الطبيعية المفترضة أنها متوازنة تتعرض الآن لتغيرات طويلة الأمد ، وربما غير راجعة ، نتيجة لأنشطة الإنسان .

النظام البيئي قد يكون « مغفلاً » حيث تدور المواد داخل نطاقة فقط ، أو « مفتوحاً » عندما تنتقل المواد منه وإليه . تتباين الأنظمة البيئية في الحجم من أحجام صغيرة من التربة أو الماء إلى الأرض بأكملها كنظام حي فردي . حدود النظم البيئية إختيارية ، كما يضعها الباحث . النظام البيئي الناقى الإكسقاء ، عادة ما يتضمن المكونات الآتية : منتجات (معظمها نباتات خضراء) ، مستهلكات (معظمها حيوانات) ، محللات (كائنات التحلل) ، والبيئة الفيزيائية التي تزود النظام البيئي بالمعادن ، الماء ، وضوء الشمس (فقرة ١٢ - ٥) .

عمل مكونات النظام البيئي يظهر بوضوح في جزيرة صغيرة ، حيث يوجد جهد معين للإنتاجية الأولية ، وسعة حمل محددة جيداً لكل نوع من مستويات المستهلكات .

١٢ - ١٥ التابع البيئي (شكل ١٢ - ٦)

لا يوجد عظام يبقى دائم ، البعض يتغير بشكل فجائى أو ببطء ، البعض الآخر يمتد لأعوام أو قرون . مع ذلك ، قد يتعرض مكان ذو مناخ ثابت لتغير جوهري في البيئة الفيزيائية أو البيولوجية ، نتيجة لذلك يحدث به تتابع أولى ، للمجموعات : أولاً مرحلة زيادة ، ثم تغير تدريجى ، وفي النهاية مرحلة ثبات نسبياً ، أو الذروة . التابع بحيرة - بركة - مستنقع - مرج - غابة يمكن مشاهدته في مناطق عديدة ، وقد بدأت كمياه متجمدة ثم امتلكت تدريجياً وغطيت بترية عن طريق المجارى المائية الداخلة . البحيرة المتجمدة بها تركيزات منخفضة من الأملاح الغذائية الذاتية ، لذلك كان البلاكتون قليلاً وكذلك الأسماك ، البركة الأقل عمقاً بها تركيزات أعلى من الأملاح المعدنية ، ونباتات حافية وبلاكتون أكثر ، ومجموعة متنوعة من القشريات الصغيرة وبرقات الحشرات بالإضافة إلى أعداد أكبر من الأسماك ، المستنقع به نباتات جذرية وفيرة ، أسماك قليلة ، ولا قشريات مائية عديدة ، المرج به أعشاب وحشائش وحشرات تنغذى عليها ، ديدان أرض ، علاجيم وضفادع ، طيور متنوعة ، فرائد المروج ، والزباب (آكل حشرات) ، وفي النهاية نرى الغابة وهى بيئة أكثر حفاهاً بها أنواع أخرى من الحيوانات ، تتضمن الأنواع التي تستخدم الأشجار في الغذاء والمأوى .

مبدأ التابع البيئي له أهمية عملية بالنسبة للإنسان . أى حقل يحرث ثم يترك بدون زراعة يحدث به

تتابع من نمو نباتي . في أراضي المراعى ، يتغير الغطاء النباتي في تتابع ويتوقف ذلك على التغيرات الفصلية وكثافة الرعى بواسطة حيوانات المزرعة . في الولايات الشرقية ، عندما تُزال غابة ، سرعان ما تنمو أشجار أخرى ، ولكن الأنواع الجديدة قد لا تشبه تلك التى كانت موجودة قبلاً . في الغرب الجفاف ، عندما تُزال غابة ذبابة - بتقطيع الأشجار أو بالحريق - فإن ضوء الشمس المتزايد ، عوامل التربة ، والتنافس من الأعشاب والشجيرات والقوارض تؤدي جميعها إلى تتابع طويل الأمد ، وذلك قبل أن تعود مرة أخرى إلى حالتها الأصلية . يوجد أيضاً تتابع على مدى جيولوجي ، مصحوباً بتغيرات جوهريّة في مجتمعات الذبابة . العينات الإسطوانية التى قطعها ديفي من قاع بحيرة بكونكتيكوت أظهرت تتابعاً عمودياً لأنواع من حبوب اللقاح تعود إلى ١١,٠٠٠ سنة (حددت بواسطة الكربون المشع) . المناخ ، كما تدل عليه أنواع النباتات ، تغير من البرودة إلى الحرارة (من الأشجار الصنوبرية والخروطية إلى المتساقطة الأوراق الصلبة) . الانتقال من المياه العميقة الراقية إلى بركة ضحلة تدل عليه بقايا بركات الحشرات : هاموش المياه العذبة (تانتراسس) في المستوى السفلي ، ونوع المياه الراكدة (كورونومس) في مستوى أعلى .

١٢ - ١٦ علم البيئة والحفاظة على البيئة

أى تغير في الصفات البيولوجية أو الفيزيائية لبيئة ما قد يؤثر على أنواع النباتات والحيوانات بطرق مختلفة . القوى الطبيعية التى تؤثر على الجماعات الحيوانية ، أضيفت إليها نشاطات الإنسان في مناطق عديدة والتى إزدادت حدتها في القرون الأخيرة . المدنية هي في الواقع محولة من الإنسان لتطويع البيئة لمنفعة الشخصية ، والتحضر السريع يتضمن عادة تطويع البيئة على أضخم نطاق . قام الإنسان بقطع الغابات ، تخفيف المستنقعات ، رعى الأراضي الصحراوية ، زراعة مساحات ضخمة من الأراضي بالمحاصيل ، بالإضافة إلى ذلك قام الإنسان بمحاولات للقضاء على العديد من النباتات الأصلية (أو الدخيلة) التى اعتبرت من الأعشاب . وكل تغير أحدثه الإنسان كان له أثر كبير على العديد من النباتات والحيوانات . الزراعة ، إقامة الغابات ، إستصلاح الأراضي والرعى ، الحفاظة على الصحة العامة ، وتقديم العون لحيوانات الصيد والفراء ، تدخل جميعها ضمن معالجة الإنسان للبيئة بصفة مباشرة أو غير مباشرة . العمل المتقن الذى تؤديه الجارات الضخمة والمخاريط الجماعية والمناشير الكهربائية ، بالإضافة إلى صناعة السموم الكيميائية التى ترش بكميات كبيرة من الجو بواسطة الطائرات أو على الأرض مباشرة للقضاء على الحشرات أو الأعشاب ، قد ضاعفت كثيراً من قدرة الإنسان على تغيير بيئته المحيطة . معظم هذه العمليات غير بناءة ؛ ولكنها تجعل من الحرية بواسطة الرياح والماء بعد حوث الحشائش ، كما أنها تعمر الغابات بمعدل أسرع من عملية التجدد ، بالإضافة إلى بعض التأثيرات الأخرى المتنوعة التى تظهر بوضوح في مناطق عديدة . اندثار الحضارات الكبيرة السابقة التى إزدهرت في وقت ما في الشرق الأدنى ، وهبوط قدرة النقل للإنسان في مناطق أخرى عديدة دلت على أن عمليات تطويع الإنسان للبيئة تمت بتعجل وبطريقة خاطئة ، وقد كانت مجرد عمليات إستغلال للبيئة دون النظر للمستقبل . الحضارة الإنسانية ، كأي مجتمع

نبات أو حيوان ، لا يكتب لها الإستمرار طالما أضرت البيئة بدون رجعة . بعض المجهودات الجارية الآن للمحافظة على المصادر البيئية المحددة (البيولوجية) تهدف إلى تصحيح بعض الأخطاء التي وقع فيها الإنسان من قبل عند معالجته للبيئة . من الواضح ، أنه يجب أن يحد من التزايد السكاني وأن توضع ضوابط لاستخدامات التكنولوجيا إذا أردنا المحافظة على البيئة في هذا الكوكب وإستمرار حياة الإنسان عليه (فصل ٢٩)

التوزيع البيئي

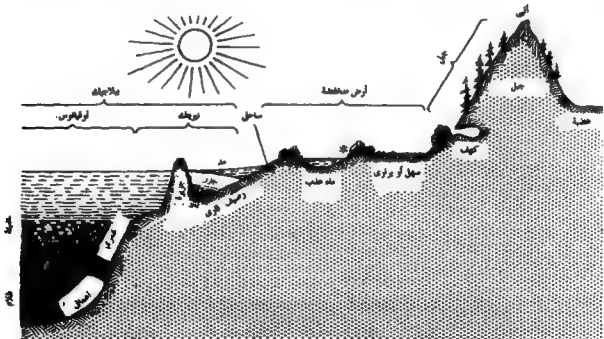
الجزء من الأرض الذي توجد فيه الكائنات الحية يسمى الغلاف الحيوى . يتضمن هذا الغلاف الرقيق نسبيا العديد من المناطق ، كبيرة وصغيرة ، الملائمة للنباتات والحيوانات . أهم الأقسام الرئيسية الواضحة للبيئة التي تستخدمها الحيوانات هي المياه المالحة ، المياه العذبة ، اليابسة ، وقد تندرج هذه الأقسام في بعضها البعض (شكل ١٢ - ٧) .

١٢ - ١٧ المياه المالحة .

المحيطات ، البحار ، والخلجان تغطي حوالى ٧١٪ من الأرض وتتضمن مواطن واسعة وثابتة . الصفات الفيزيائية تشمل (١) درجات الحرارة من ٣٢°م (٨٩°ف) في المناطق الإستوائية إلى - ٢,٢°م (٢٨°ف) في بعض المناطق القطبية ، ولكن نادراً ما يتعدى التغير السنوى ٥٥°م (٩٩°ف) في أى مكان من عرض المحيط ؛ (٢) الغازات الذائبة تتغير تبعاً للتغير في درجة الحرارة والعمق ؛ (٣) المحتوى الملحي و يبلغ معدلة ٣,٥٪ (ص كل ، ٢,٣٥ ؛ ما كل ٣,٥ ؛ ص كب ٤,٠٤ ؛ كال ٣,١١ ؛ بونكل ٠,٠٧ ؛ ص يد ك ٠,٠٢ ؛ وغيرها) ؛ (٤) متوسط العمق في المحيطات حوالى ٣٨١٠ متر (١٢ ٥٠٠ قدم) ولكن أبعد عمق هو ٣٧ ٧٨٢ قدماً (٧,١ ميلاً أو ١١,٤ كيلو متراً) ؛ (٥) الضغط يزداد بمعدل ضغط جوى واحد لكل ٣٣ قدماً (١٠ أمتار) من العمق ، لذلك تتعرض الحيوانات التي تعيش في الأعماق البعيدة إلى ضغوط هائلة ولكنها تكيف نفسها بمعادلة الضغط داخل أجسامها ؛ و (٦) الضوء يقل إختراقه تدريجياً حتى عمق ٦٠٠ قدم (١٨٣ متراً) ، ضوء ضعيف جداً حتى عمق ٤ ٠٠٠ قدم (١ ٢١٩ متراً) ، بعد ذلك يكون إظلام تام دائم .

الحيوانات البحرية تتضمن أمثلة من جميع الشعب والطوائف عدا ذوات المائه رجل ، ذوات الألف رجل ، الأنيكو فوراً ، والبرمائيات . المشطيات ، البراكويودا ، الكيتوجناتا ، الجلد شوكيات ، بعض الشعب الثانوية ، والمحليات الدنيا جميعها بحرية . الأنواع والأفراد تكون أكثر إنتشاراً بالقرب من السطح وتقل مع العمق ، وهناك البعض الذى يعيش في الأعماق البعيدة . تصنيف اليعات البحرية كالآتى :

- ١ - **اليلاجيك** ، المياه المفتوحة للمحيطات ، وتنقسم إلى وحدات أصغر أفقية وعمودية .
- (أ) **التوبيك** المياه المفتوحة فوق الرصيف القاري
- (ب) **الأوقيانوس** بقية المياه المفتوحة التي تغمر حوض المحيط ، وتنقسم عموديا إلى المناطق الآتية
- ١ - **اليلاجيك العلوي** ، أعلى طبقة في المحيط ، جيدة الإضاءة وتغطيها نباتات وحيوانات عديدة ، وهي المنطقة الوحيدة التي يوجد بها إنتاج نباتي وتعرف أحيانا بإسم المنطقة الضوئية وتقابلها مناطق محتمة أو لاضوئية لأسفل . تمتد المنطقة الضوئية إلى عمق ٢٠٠ متراً .
- ٢ - **اليلاجيك الوسطي** ، المنطقة اللاضوئية الأولى ، العمق من ٢٠٠ إلى ٧٠٠ متراً تقريباً ؛ تمتد من أسفل بطيئة متساوية الحرارة عند ١٠م ، الحيوانات متوسطة الأعداد ، لا توجد نباتات ، الحيوانات ذات ألوان سوداء أو حمراء ، الأعضاء ذات الضوء البيولوجي شائعة ؛ طبقات عميقة متناثرة .
- ٣ - **اليلاجيك العميق** العمق من ٧٠٠ إلى ٤٠٠٠ متراً تقريباً ، تمتد من أسفل بطيئة متساوية الحرارة عند ٤م ، الحيوانات قليلة وكذلك الأعضاء ذات الضوء البيولوجي ؛ الأعين صغيرة .
- ٤ - **اليلاجيك الأعماق** ، العمق من ٤٠٠٠ إلى ٦٠٠٠ متراً تقريباً ؛ الحيوانات قليلة وشاحبة ، الأعين صغيرة أو غو موجودة .



شكل ١٢ - ٧ : قطاع نموذجي عند حافة قارة مينا بعض مناطق البيئة الخاصة للحيوانات . منطقة التوبيك
 تسمى أيضا الرصيف القاري . الجزء المظلم بجسمه (*) مكرر في شكل ١٢ - ٨

٥ - **البيلاجيك القاعى** . العمق من ٦٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠ متراً تقريباً ، منطقة الأعمايد ، الفونا تقطن الأعمايد غالباً .

المنطقة القاعية ، القاع ويقسم كالآتى :

(أ) **القاع الساحلى** (منطقة المد والجزر) يمتد من أعلى مد إلى أوطأ جزر ؛ النباتات والحيوانات بكثرة .

(ب) **القاع تحت الساحلى** ، يمتد من حد أوطأ جزر إلى حافة الرصيف القارى ، الحيوانات بكثرة ، أحواض من عشب البحر ؛ أماكن صيد السمك الرئيسية

(جـ) **القاع العمرى** ، المنحدر القارى ، قاع **البيلاجيك العمرى** الأوقيانوسى

(د) **القاع الأعماق** ، قاع الأعماق المتوسطة أو أسفلها حتى الحد الأعلى للأعمايد

(هـ) **القاع السحيق** ، قاع الأعمايد .

يصف الحيوانات البحرية أيضاً بيئها كالآتى :

١ - **البلانكتون** ، كائنات طافية ، تستسلم للرياح ، الأمواج أو التيارات التى تدفعها من مكان لآخر ؛ غالباً ما يكون البلانكتون دقيقاً أو مجهرى الحجم وله سطح خارجى كبير بالنسبة للحجم ، أجزاء الجسم تكون غالباً طويلة أو مهدبة ؛ يتضمن البلانكتون العديد من الأوليات والقشريات ، بعض الرخويات ، قليلاً من الديدان ، ومجموعة كبيرة من العرقات (من الإسفنج إلى القريبات) ونباتات دقيقة (ديانومات وسوطيات نباتية) .

٢ - **الكتون** (السوايح) ، حيوانات تسبح بحرية بمجهودها الذاتي ؛ تتضمن الحبار ، الأنفاك ، الشعاب . والسلاحف البحرية ، الطيور البحرية ، الفقمة ، الحيتان ، إلخ حيوانات البلانكتون والكتون بأفهام المفتوحة تعرف بالبيلاجيك .

٣ - **البنتوس** (حيوانات القاع) حيوانات ترحف على القاع ، أو تلتصق به أو تحفر فيه .

١٢ - ١٨ . المياه العذبة

تختلف عن البحر فى أنها مبعثرة وممزولة ؛ أقل حجماً وعمقاً ؛ أكثر تغيراً فى درجات الحرارة ، المحتوى الغازى والملحى ، نفاذ الضوء ، العكورة ، الحركة ، ونمو النبات . المياه « النقية » تحتوى على كميات ضئيلة من الأملاح ، ولكن بعض المياه الملحية أو القلوية بها كميات كبيرة من الأملاح . الكربونات (خاصة كالك أ) تكون عادة أكثر الأملاح شيوعاً . بعض أنواع المياه العذبة تكون ثابتة تقريباً فى الحجم ، ولكن تلك التى فى المناطق الجافة غالباً ما تتقلب من أطوار الفيضان إلى أحجام صغيرة ، أو تجذب كلية خلال فصل واحد .

حيوانات المياه العذبة تتضمن العديد من الأوليات ، قليلاً من الإسفنجيات ، اللاسعات ، والبرايرورا ، كثيراً من الديدان ، الدورات والقواقع ، رخويات متنوعة ذات مصراعين قشريتين ،

يرقات وأطواراً بالغه من الحشرات ، وفتريات من الأسماك إلى الثدييات . العديد من اللاقريات تنتج بيضاً أو أطواراً ساكنة ، أخرى تقاوم الجفاف أو التجبد ، وقد تدفعها الرياح لأماكن أخرى أو تُنقل مصادفة على أقلام دجاج الماء . حيوانات المياه العذبة نادراً ما يكون لها يرقات طافية . وفي أى مكان ، تتغير الأنواع والأفراد عادة بشكل واضح خلال السنة . يثبت المياه العذبة الرئيسية هي :

١ - المياه الجارية . الجارى المائية الجبلية الباردة ، الغدير والجداول والأنهار المتباهية الأحجام تحتوي على حيوانات متحركة تميز عن بعضها تبعاً لسرعة حركة الماء ، درجة الحرارة ، المحتوى الأوكسجيني ، وطبيعة القاع . لذلك تعيش سمكة التروت فقط في المياه الباردة ، الغنية بالأوكسجين ، في حين أن سمكة الكارب تزدهر في المياه النافثة وحتى الملوثة . الحيوانات التي تقطن المياه سريعة الجريان تكون غالباً مفلطحه أو لها وسائل للتعلق بالقاع .

٢ - المياه الساكنة . تشمل البحيرات الترك المستنقعات والأهوار (شكل ١٢ - ٨) ، وهي دائمة أو مؤقتة . تنتشر المياه الساكنة من المناطق القطبية والألب إلى المناطق الإستوائية . بحيرات المناطق الباردة قد تتجمد لفترة طويلة خلال فصل الشتاء ، تلك التي بالمناطق المعتدلة قد تتجمد لفترات قصيرة ، أما بحيرات المناطق الحارة فإنها تكون مفتوحة دائماً . البحيرات الكبيرة تعبر يثبات أكثر ثباتاً من المياه الجارية ، كما أن بها مناطق ساحلية ، قاعية ، وبلانكتون أيضاً . الماء في بحيرات المناطق المعتدلة يتعرض للدوران نتيجة للإختلاف في درجات الحرارة وفعل الرياح . في الربيع والخريف يشمل دوران الماء جميع الأعماق ، أما في الصيف فيقتصر الدوران على جزء سطحي فوق حد معين ، أو الانحدار الحرارى ، الذى يفصله عن الماء البارد السفلى الذى يكون غالباً قليل الأوكسجين ، حيث لا توجد سوى حيوانات قليلة .

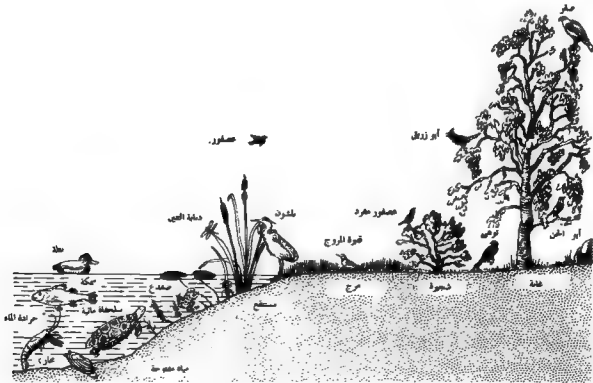
١٢ - ١٩ . اليابسه .

تفاعل العديد من العوامل الفيزيائية ، المناخية ، والبيولوجية مع بعضها البعض تنتج عنه ظروف بيئية متنوعة عديدة في القارات والجزر .

تباين الأراضي في (١) الطبيعة الكيميائية والتركيب الفيزيائي للتربة ، والصخور المعرضة على السطح ، (٢) الطبوغرافيا ، وتتضمن السهول ، الأراضي المنخفضة ، التلال ، الوديان ، والجبال ؛ و (٣) الإرتفاع ، ويتباين من أحواض تحت مستوى سطح البحر (وادى الموت) إلى قمم يزيد إرتفاعها عن ٢٨ ٠٠٠ قدم (٨ ٥٣٦ متراً) (قمة أفرست) . بعض المتغيرات المناخية تكون كالآتي : (١) درجات الحرارة للهواء تتباين في مناطق مختلفة من تحت درجة التجمد بكثير (حيث تتجمد التربة أيضاً) إلى ٥٦٠ م (١٤٠ ف) في بعض الصحارى ؛ في مناطق عديدة تتغير درجة الحرارة اليومية والفصلية بمدى واسع ، ولكن هناك تغيرات طفيفة في مناطق استوائية كثيرة .

(٤) الرطوبة ، تبلغ كمية الأمطار ٥٠٠ بوصة (١٢,٧متراً) سنوياً في أماكن أستوائية قليلة ، ولكن في بعض الصحارى تكون كمية الأمطار ضئيلة جداً ، انخفض المائ للهواء والترية يتباين من التشبع التام إلى كميات قليلة تبعاً للمكان والوقت من السنة . (٣) الرياح وضوء الشمس تؤثر على درجة الحرارة والرطوبة للهواء والترية . الظروف الفيزيائية والمناخية تؤثر على الغطاء النباتي الذي قد ينمو على أية مساحة أرضية ، والنباتات بدورها تؤثر على الجماعات الحيوانية ، وخاصة عندما تعتمد الأخيرة مباشرة على النباتات في الغذاء والمأوى .

الحيوانات الأرضية الرئيسية هي الثدييات ، الطيور ، الزواحف ، الحشرات ، الديدان ، والأوليات ، مع أعداد أقل من اليرماتيات ، القشريات ، الرخويات ، إلخ . وجميع هذه الحيوانات لها القدرة على الحركة ، غذا بعض الطفيليات ، وتعيش على سطح الأرض ، على النباتات ، أو في أعماق ضحلة من التربة . يبق تحت سطح الأرض تكون أكثر ثباتاً من السطح . جميع الحيوانات التي تطير في الهواء أو تعيش فيه تعود إلى الأرض أو الأشجار أو الصخور . التصنيفات البيئية للحيوانات الأرضية تكون مبنية إما على المناخ (درجة الحرارة ، الأمطار ، الرطوبة النسبية ، إلخ) أو على التجمعات أو المجتمعات المتنوعة (المناطق البيئية) للحيوانات والنباتات الأرضية التي تعيش إلى حد ما مستقلة عن بعضها .

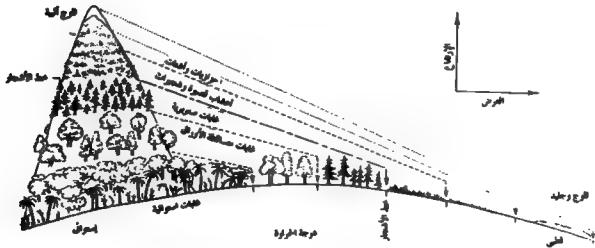


شكل ١٢ - ٨ : التوزيع البيئي لبعض الحيوانات الشائعة في الماء العذب وعلى اليابسة . وبصفة عامة ، يفضل كل نوع مجموعة معينة من النباتات أو جزء معين من البيئة .

١٢ - ٢٠ المناطق المناخية

تُوزع النباتات والحيوانات إلى مناطق محددة جداً ، ويتوقف هذا التوزيع بشكل علم على المناخ . الغابات المطيرة الإستوائية تقع بالقرب من خط الإستواء ، التندرا السديّة الأشجار تغطي مساحات واسعة في دائرة القطب الشمالي . يقع بين هاتين المنطقتين المتطرفتين الغابات المتساقطة الأوراق ، الغابات الصنوبرية ، الأراضي العشبية ، إلخ . تنابع مناطق الحياة له علاقة بدرجة الحرارة ، كما يتضح من العلاقة بين المناطق العرضية من الإستوائية إلى القطبية والمناطق المرتفعة عمودياً من القاعدة إلى القمة في الجبال (شكل ١٢ - ٩) . مناطق الحياة هذه تظهر بوضوح على الجبال في مناطق عديدة من العالم ؛ في غرب أمريكا الشمالية ، يمكن إختراق مناطق مميزة عند السفر لبضع أميال أو الصعود لبضع مئات من الأقدام .

هناك تصنيف يبيى آخر إلى مجتمعات كبيرة يسهل تمييزها تعرف بالمناطق البيئية المعبرية (البيومات) . الأماكن التي يتداخل أو يختلط فيها بيومان تعرف بالمناطق الانتقالية . نباتات اللروة ليوم تكون من طراز متماثل أو شكل حياة موحد ، على الرغم من أن الأنواع التي توجد في اليوم تكون مختلفة في أماكن متنوعة من العالم . لذلك فإن الأوراق العريضة السمكية والغطاء الكثيف هي خصائص بيوم الغابة المطيرة الإستوائية سواء في بنما ، غينيا الجديدة ، أو في أفريقيا الإستوائية ؛ بيوم الأراضي العشبية يتشابه في الشكل العام للنمو على الرغم من الإختلاف في الأنواع الموجودة في كل قارة ، والصحارى الكبرى بالعالم يمش بها نوع خاص من النباتات (بيوم الصحراء) هي النباتات الشوكية وبها تحورات خاصة لحفظ الماء



شكل ١٢ - ٩ : مقارنة بين المناطق العرضية والارتفاعية أو المجموعات النباتية التي يهيمن عليها البيئات المختلفة للأنواع العديدة من الحيوانات .



شكل ١٢ - ١٠ : المناطق الريفية لأمريكا الشمالية بشكل مبسط

تحدد اليوميات أساساً بالمناخ . درجات حرارة التجمد وموسم الجفاف القصور في منطقة القطب الشمالي تتناسب مع نحو السفاجنم والنباتات القزمية للتندرا ؛ في حين أن حالات الجفاف في

الصحارى ، بسبب مجالات الجبال المبلورة التى تستنفذ الرطوبة من الرياح ، تكون صالحة لنباتات صحراوية فقط والحيوانات المرتبطة بها . يومات أمريكا الشمالية والوسطى تكون كالآتى (شكل ١٢ - ١٠)

١ - التندرا

المنطقة القطبية الشمالية الحالية من الأشجار ، يذوب الجليد بسطح التربة فقط أثناء الصيف القصير ؛ ويكون أسفل ذلك تجمد دائم ؛ الصريف ضعيف ، توجد برك ومستنقعات كثيرة ، النباتات الرئيسية هى حزازيات المستنقعات ، الأشنات ، الحلفا ، الحشائش والأعشاب القصوة ؛ الثدييات تضم ثور المسك ، كاريبو الأرض الجرداء ، الذئب ، الثعلب القطبى ، العرسة ، الليمنج ، الأرنب القطبى ؛ الطيور المقيمة المحيطة هى البومة الثلجية والبتاميجان (القطا الثلجى) ؛ العديد من الطيور المهاجرة مثل دجاج الماء وطيور الشواطئ تبنى أعشاشها فى هذه المنطقة أثناء الصيف ولكنها تعود للجنوب فى الشتاء ، لا توجد زواحف .

٢ - الغابات الصنوبرية (الشمالية دائمة الخضرة)

جنوب التندرا إلى شمال الولايات المتحدة ، وتمتد جنوباً عبر سلاسل جبلية (سيرا كاسكادا ، روكى ، وأبالاشيان) ؛ هناك منطقة أشجار صنوبرية طويلة الأوراق مميزة منفصلة فى جنوب شرق الولايات المتحدة ؛ الشتاء قارس شمالاً ، الصيف بارد ، الأمطار متوسطة ؛ توجد أشجار التنوب الفضى ، الشربين ، الصنوبر ، السيلار ، تضم غالباً شجيرات ومساحات من الأراضي العشبية ؛ الثدييات تتضمن الموط (أباتل الشمال) وكاريبو الغابات شمالاً والغزلان أو الأباتل إلى الجنوب ، أيضاً قندس الفراء - الثعلب الأحمر ، الوشق الكندى ، الدلق ، صياد السمك ، الذئب - مع الدب الأسود والأسد الجبل ، الأرنب ذو الحذاء الثلجى ، وبعض القوارض الصغيرة فى الشمال ، ولكن توجد ثدييات كبيرة أقل فى الجنوب الشرقى ؛ الطيور متنوعة القطا ، الدخلة ، الشيكادى ، أبو زريق ، إلخ ؛ الزواحف والبرمائيات قليلة فى الشمال ولكنها تكثر فى الجنوب الشرقى ؛ سمك التروت والليس ، إلخ فى المياه الشمالية ، وسمك الكراكى أبو حربة ، السلور وغيرها فى الجنوب الشرقى .

٣ - الغابات المتساقطة الأوراق ، ذات الأوراق العريضة (خضراء صيفاً)

تمتد خاصة من وادى المسيسى شرقاً ؛ الشتاء بارد ، الصيف دافئ رطب وممطر ؛ أشجار البلوط ، الإسفندان ، الزان ، الدردار ، الجوز ، مع شجيرات وأعشاب عديدة ؛ من الثدييات الغزلان بيضاء الذيل ، الثعلب الرمادى ، القط البرى ، الراكون ، الثعلب ، السنجاب الطائر ؛ من

الطيور الدخلة والفريريو بكثرة ، بالإضافة إلى بعض الطيور المفردة الصغيرة ؛ الثعابين واليرماتيات عديدة

٤ - الأراضي العشبية (البرارى والسهول العظمى)

إلى الغرب من وادى المسيسى ، من تكساس إلى كنزا ، الشتاء يتميز ببرد قارى قارص ، الصيف حار ، الأمطار تهطل بفزارة وهى متقطعة . تضم مساحات ضخمة من الأعشاب القوية (الجاموس ، أزرق الساق ، النجيل) ، الأشجار محلية بطول الجارى المائية ؛ من الثدييات البيسون التياتل ذات المناطع المشعبة ، النشاب ، الكويوت ، البادجر ، الطربان ، الأرنب الكبير (أرنب البرارى) ، ذو الذيل القطنى فى الأدغال ، السنجاب الأرضى ؛ من الطيور ، دجاج البرارى ، البوم الحفلر ، الصقور الحوابة ، قبرة المروج ، من الزواحف بعض الثعابين .

٥ - منطقة الشجيرات شائكة الأغصان

هضبة الحوض العظيم بين جبال روكى وسلسلة سييرا كاسكيد . الشتاء بارد ، جاف ، مع كميات محدودة من المطر أو الثلوج ، الصيف حار . توجد الشجيرات شائكة الأغصان (أرتميزيا فرايدفانتا) وشجيرات أخرى مرة المذاق ، وحشائش عنقودية ؛ من الثدييات ، التيتل ذو المناطع المشعبة ، الأرنب الكبير ، السنجاب الأرضى ، قوارض حفلة أخرى ، الكويوت ، البادجر ، الدجاج الحكيم (أكثر أنواع القطا الأمريكى) ، توجد طيور مائية فى البرك والمستنقعات المحلية ، كما يوجد العديد من الزواحف .

٦ - الشايارال (تلال كاليفورنيا وأجزاء من الجبال)

الشتاء ممطر (ثلجى) ، الصيف دافئ إلى حار جاف . توجد شاميز ، مانزانيتا ، وشجيرات أخرى ذات أوراق سمكة دائمة الخضرة ، من الثدييات غزلان عديدة المناطع ، جردان الخشب ، السناجب الأرضية ، الأرنب كثيف الشعر ؛ من الطيور شراشر كاليفورنيا ، عصافير صغيرة ؛ من الزواحف السحالى .

٧ - الصحارى

تمتد من جنوب شرق كاليفورنيا إلى غرب تكساس وجنوبا . التربة صخرية أو رملية . درجات الحرارة مرتفعة فى الصيف ، المياه نادرة فى كل وقت . النباتات متناثرة . العديد من الأعشاب ينمو ويزهر بعد هطول الأمطار مباشرة من حين لآخر ؛ توجد شجيرات الكريوزوت وغيرها ؛ أشجار قصيرة ، الصبار ، إبرة آدم . الثدييات آكلات اللحوم صغيرة ، قوارض عديدة تنشط ليلاً ؛ الطيور قليلة ، السحالى عديدة ، بعض الثعابين ، اليرماتيات قليلة .

٨ - الغابات المطيرة الإستوائية

بنا وأجزاء من أمريكا الوسطى . درجات الحرارة معتدلة ، الأمطار غزيرة ، والرطوبة مرتفعة . الغابات تتميز بأشجار دائمة الخضرة ذات أوراق عريضة ، توجد كروم بكثرة ، والأوركيد ، إلخ . من الثدييات المرموز ، الأوبوسوم ، الكسلان ، آكل النمل ، الخفاش ، القروود ؛ كما توجد أنواع عديدة من الطيور ، الزواحف ، والبرمائيات

التوزيع

لا يوجد نوع واحد من الحيوانات بصفة منتظمة في جميع أنحاء العالم ، لكن كل نوع يقتصر على مجال محدد ، أو منطقة توزيع . دراسة توزيع الحيوانات والعوامل التي تتحكم فيه تعرف بالجغرافيا الحيوية . يختص التوزيع الجغرافي بالعلاقات الإنشائية ، الحواجز ، وطرق الانتشار ، والأصول التاريخية ، في حين أن التوزيع البيئي يحدد أساساً بعوامل أخرى سبق وصفها .

جميع الحيوانات التي تعيش في منطقة معينة ، كبيرة أو صغيرة ، يطلق عليها إجمالاً الفونا (الاسم المقابل للنباتات هو الفلورا ؛ النباتات والحيوانات معا تعرف بإسم البيوتا) . المدى الكلي للأرض أو الماء الذي يوجد فيه نوع ما هو المجال الجغرافي . على سبيل المثال ، القندس له مجال جغرافي يضم معظم شمال أمريكا وأوروبا .

بعض الحيوانات لها مجال واسع ، وأنواع أخرى تكون محلية ؛ بعض الحشرات تعرف فقط من رقع من نباتات تغطي أقدنة قليلة فقط . معظم الحيوانات لها مجالات جغرافية أوسع . البط الخضاضى يقطن مستنقعات الماء العذب في معظم نصف الكرة الشمالى ، الدب القطبى يقتصر وجوده على شواطئ القطب الشمالى والجليد ، والأفيال الحية تقطن غابات أفريقيا ، الهند ، والمناطق المجاورة .

١٢-٢١ العوامل المنظمة للتوزيع

كل نوع ينتج صغراً يزيد عن الأعداد التي يمكنها العيش داخل نطاق مجاهله العادى ، لذلك يحدث ضغط الجماعة ، وتعمل الأفراد على توسيع رقعة مجاهله . وهناك عوامل أخرى تعمل على إختزال الجماعة كالتنافس ، الأعداء ، المرضى ، نقص الغذاء ، طقس فصلى قاس ، وقلة المأوى المتاحة . توزيع جميع الحيوانات ، من الأوليات إلى الإنسان ، يعتبر تبعاً لذلك ديناميكياً عن كونه متوازناً ، وهو معرض دائماً للتغير .

العوامل الخارجية التي تحد التوزيع تعرف بالحواجز . الحاجز هو منطقة غير ملائمة بيئياً لنوع ما . قد تكون المنطقة غير ملائمة بسبب (١) الحواجز الفيزيائية ، مثل الأرض للأصناف المائية ، والمجالات الجبلية ، الأنهار الكبيرة ، والمحيطات لمعظم الأنواع الأرضية ؛ (٢) الحواجز المناخية مثل درجة الحرارة (المعدل ، الفصل ، أو

القصى) ، الرطوبة (مثل المطر ، الجليد ، رطوبة الهواء ، أو رطوبة التربة) ، كمية ضوء الشمس ، وغير ذلك ؛ (٣) الحواجز البيولوجية مثل غياب الغذاء المناسب أو وجود حيوانات منافسة فعالة ، حيوانات مفترسة ، أو أمراض . العديد من الحشرات تقتصر على أنواع معينة من النباتات في الغذاء ، المأوى ، أو أماكن التربة ، لذلك يتحكم في توزيعها العوامل التي تنظم نمو هذه النباتات .

لكل كائن حي حدود للتحمل - قصوى ودنيا - وذلك بالنسبة لكل عامل من عوامل البيئة . في بعض الحالات ، مثل التحمل لمادة سامة في التربة أو الغذاء ، قد يكون مدى التحمل ضيقاً ، في حين أن مدى التحمل لأطوال موجات الضوء المتنوعة يكون عادةً واسعاً . الثغرات التي تتعدى حدود التحمل تؤدي إلى الهجرة ، الموت ، أو البقاء على الحياة للأفراد التي تكيف نفسها للظروف المتغيرة . النوع يُحد توزيعه بجميع العوامل الخارجية ككل ، والعديد منها تعتمد على بعضها البعض . مع ذلك ، فإن المجال ومستوى التوازن لجماعة يخضع في النهاية لقانون الحد الأدنى لليبيج . يعني ذلك أن المجال ومستوى التوازن لجماعة يُحد بالعامل الأساسي الذي يوجد بأقل مقدار أو بإحدى المراحل أو الحالات الحرجة التي يكون لهذا النوع مدى تكيف ضيق لها . كمثال لذلك ، حمار الأويستر يمكنه العيش في مياه ملحة متنوعة ، لكنه لا يتكاثر إلا عند درجة حرارة لا تزيد عن حد أدنى معين .

١٢ - ٢٢ طرق الانتشار

الحيوانات حرة المعيشة التي لها أحجام معينة يمكنها الانتشار بمجهوداتها الذاتية . الطيور ، الأممك ، وغيرها من الحيوانات التي تهاجر ، يمكنها الإستقرار بسرعة في أي مكان جديد مناسب . الحيوانات المائية الصغيرة والبرقات المائية وأحياناً بعض الأنواع المائية الكبيرة تنتشر بطريقة سلبية بواسطة التيارات المائية . العديد من الحشرات الصغيرة يحملها الهواء من مكان لآخر ، غالباً على ارتفاع يضع مئات من الأقدام من سطح الأرض ، أو على مستويات أعلى في بعض الأنواع ، ولذلك قد تنقل هذه الحشرات لأماكن جديدة . دجاج الماء المهاجر يحمل بيضاً ، بذوراً ، وسبورات مقلومة لنباتات وحيوانات إلى برك وجزر جديدة على مسافات بعيدة أحياناً . أطواف من الأشجار ، التربة ، ومخلفات قد يوجد عليها حيوانات قد تُنقل عبر أنهار كبيرة من آن لآخر بعيداً في البحر . الكائنات التي تعيش الآن بالجزر المحيطية المعزولة ربما تكونت قد نقلت إليها بمثل هذه الوسائل . الزوابع الضعيفة تنقل أحياناً حيوانات حية صغيرة . تُنقل الطفيليات والحيوانات التكافلية بواسطة

عوائلها إلى أماكن جديدة .

ليس بالضرورة أن يوجد نوع ما في جميع الأماكن الملازمة له ، ولكنه يتواجد فقط في تلك التي في متناوله ، ويتوقف ذلك على ماضيه هو نفسه أو ماضى أسلافه . التوزيع الحيواني الآن هو النتيجة المشتركة للحواجز الحالية والأحوال البيئية في الماضي . ومن المعتقد أن القلرات قد انفصلت منذ العصر الطباشيري أو الثلاثي المبكر ، وقد حدثت تغيرات محلية عديدة بتعلية وتعرية مجلات جبلية ، تغيرات في تواجد بحيرات ومجارى مائية ، وتصريف أو غمر لأراضى منخفضة . بعض القلرات كانت متصلة في بعض الأزمنة بواسطة جسور أرضية ثم انفصلت بواسطة بحار في عصور أخرى من تاريخ الأرض . المناخ النافذ امتد إلى المناطق القطبية الحالية في بعض العصور ، في حين أن الجليد كان يغطي معظم نصف الكرة الشمالى عدة مرات أثناء العهد البليستوسينى الذى سبق العهد الحالى . جميع هذه التغيرات أدت إلى تغير توزيع النباتات والحيوانات . المناطق القديمة من الأرض أو الماء اختزلت أو أزيلت ، ومناطق جديدة أصبحت متاحة الآن . الكائنات الحية أرغست على الانتقال ، العديد من الأنواع انقرضت ، ونشأت أنواع ومجموعات جديدة لتتضع بالمناطق أو البيئات الجديدة .

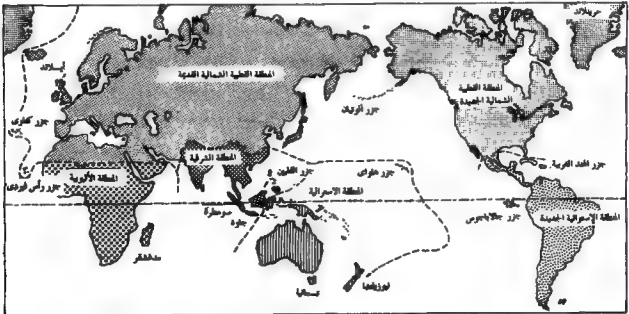
العديد من حيوانات أمريكا الشمالية تكون أكثر قرابة للأنواع التي في شرق آسيا عن تلك التي في أمريكا الجنوبية . من ذلك يمكننا أن نستنتج أن القاع الضحل لمضيق بيرنج (عمقه ٣٠٠ قدم أو ٩١ متراً) بين آلاسكا وسيبيريا كان مكشوفاً كجسر برى للحيوانات الأرضية في الماضي الجيولوجى الحديث (توجد بقايا حفريه من الغابات الحمراء ، ميتا سيكوبا على شبه جزيرة آلاسكا) ؛ برزخ بنا يحتر جسراً آخر وقد قطع في أزمنة مختلفة في الماضي ، وبذلك فصلت الأمريكتان لعصور عديدة . الأنواع الأرضية تحتاج أيضاً إلى « جسور بيئية » مناسبة ذات بيئة ملائمة لتهاجر عن طريقها . وكمثال لذلك ، لم يستطع اليسون الهجرة من أمريكا الشمالية إلى أمريكا الجنوبية لعدم وجود أراضى عشبية في المناطق التي توجد بينهما .

التوزيع الجغرافى

١٢ - ٢٣ المناطق الجغرافية الحيوانية (شكل ١٢-١١)

تعتبر هذه أكبر وحدات التوزيع ويمكن تمييزها بالحيوانات الأرضية المتوطنة في كل منها . كان ألفريد رسل والاس (١٨٢٣ - ١٩١٣) أول من تبين له أن المناطق الرئيسة المتنوعة بالأرض لها حيوانات خاصة مميزة مكونة من مجموعات تصنيفية تختلف عن تلك التي في المناطق المجاورة . وقد أطلق أسماء على أكبر هذه المناطق الجغرافية الحيوانية ، كما بين حدودها الجغرافية ، ووضع تقويم بأسماء

الحيوانات الأرضية المميزة في كل منطقة . هذه المناطق موضحة وموصوفة في شكل ١٢ - ١١ حدود كل منطقة والفواصل الخاصة بها تعكس صورة واضحة للتاريخ السابق للمجموعات الحيوانية وأيضاً للتغيرات في سطح الأرض التي سمحت بالهجرات الحيوانية أو منعتها . من الواضح أن المنطقة الأسترالية قد عزلت منذ زمن طويل ويوجد بها حيوانات ونباتات فريدة . ثدييات أستراليا تضم الثدييات الأولية التي تضع البيض وكيسيات عديدة ، وهذه الأخيرة « تشعبت » إلى مجموعة كبيرة متنوعة من الكاينجرو والقفاز الضخم إلى الخلد الكيسي الحفار الصغير . وهناك دلائل كثيرة تشير إلى أن المساحات الشاسعة للأراضي الآسيوية كانت منذ زمن طويل مركزاً نشأت فيه أسلاف الحيوانات المتنوعة ثم هاجرت بعد ذلك لمناطق أخرى . الطيور الضخمة التي لا تظهر توجد الآن في المناطق الجنوبية ، الإيمو والكاسواري في المنطقة الأسترالية ، النعام في المنطقة الإفريقية ، والربا في المنطقة الإستوائية الجديدة . مثل هذا التوزيع غير المستمر يوجد أيضاً بالنسبة للتأثير في ماليزيا وأمريكا الوسطى ، والبرمائيات عديدة الأطراف (السيسيليا) في المناطق الإستوائية للعالم الجديد والعالم القديم ، وغيرها . المنطقتان القطبية الشمالية القديمة والقطبية الشمالية الجديدة تكونان أقلها إنفصالاً ، وحيواناتها معظمها مشتركة ، لذلك يُضمن غالباً كمنطقة قطبية شمالية كاملة . وتتميز هذه المنطقة بالأيل (الغزال الأحمر) ، المؤط ، البيسون ، القندس ، المارموت ، معظم الدببة والأغنام ، البط الحضاري ، النسر الذهبي ، أسماك التروت والسمالون ، قد توجد أنواع أو مجموعات قليلة أولاً توجد في أي منطقة بمفردها ، ولكن البعض منها يكون له مجال في أجزاء من المنطقتين . ينتشر النمر من الهند إلى شمال الصين ، والأوبوسوم الفرجيني من أمريكا الجنوبية إلى الولايات



شكل ١٢ - ١١ : المناطق الجغرافية الحيوانية (مفصلة بخطوط عظيمة)

المتحدة ، والأسد الجبل في الأمريكتين . تقسم كل منطقة إلى أقسام أصغر يمكن تمييزها ، ولكل منها حيواناته المميزة إلى حد ما .

١٢ - ٢٤ فونات الجزر الجزر القارية

تقع في المياه الضحلة الملاصقة للقلارات ، ويحصد أنها انفصلت عنها في الماضي الجيولوجي الحديث نتيجة للتغير في مستوى البحار . فونا كل جزيرة تشبه تلك التي بالأرض الرئيسية القارية منها ، إذ أن بها أنواعا مماثلة أو تحت أنواع وثيقة القرابة . وهي تتضمن غالبا ثدييات صغيرة متنوعة ، زواحف ، وبرمائيات يعتقد أنها كانت مقيمة في المنطقة في الوقت الذي انفصلت فيه عن القارة ، وذلك لأنها لا يمكن أن تنتقل عبر الماء الملحي . الجزر المحيطية نشأت بواسطة أنشطة بركانية من أعماق سحابة في البحر . الفونا ينقصها البرمائيات والثدييات عدا الخفافيش وبعض القوارض أحيانا ، وهذه الأخيرة ربما تكون قد نقلت في مراكب السكان المحليين . الأسماك ذات الجبال الواسع ، الطيور البحرية ، والثدييات البحرية تزور شواطئ هذه الجزر . الطيور والحشرات الأرضية فريدة وتتضمن غالبا أنواعا عديمة الأجنحة ، لذلك من المستبعد أن تكتسح بواسطة الزواحف . جزر جالاباجوس التي تقع تحت خط الإستواء في منطقة الإكوادور ، يوجد بها خفافيش وبعض الطيور الأرضية ، زواحف ، وكائنات أخرى تتناسب للأنواع بالأرض الرئيسية . الأنواع الرئيسية للطيور الأرضية (فصيلة جيو سيزيدي) تتضمن حوالي ٤٠ نوعا محليا معظمها شبيه بطائر الدج ، ولكن البعض يشبه الدخلة ونقل الخشب . أحد هذه الأنواع يستعمل عودا « كأداة » لاستخراج الحشرات من الشقوق . يوجد بهذه الجزر المعزولة أنواع متعددة من السلاحف الأرضية الضخمة ، وهناك أقارب لها في الأرض الرئيسية بأمريكا الجنوبية وفي بعض الجزر بالمحيط الهندي . جزر هلووى ، وهي أيضا محيطية ، يوجد بها نوع واحد محلي من الخفافيش ، ونوع واحد من الجرذان يحمل أنه نقل بواسطة البولنيزيين . فصيلة الطيور دريانيديدي تشععت إلى أنواع عديدة تشبه الدج ، الدخلة ، المتسلق ، وأنواع يبيغة أخرى . نيوزيلندا مجموعة كبيرة جدا من الجزر ، ولها صفات جزيرة محيطية . لا يوجد بها ثدييات محلية عدا الخفافيش القريد الوحيد ، ولكن يوجد بها طيور لا تطير ، المؤا الذي انقرض الآن والكويوى الحى . وأهم نوع يميز من الزواحف بها (سفينودون) يعتبر الآن النوع الحى الوحيد لرتبة انقرضت ، وجنس الضفادع الوحيد ، ليوبلما ، أيضا يتبع مجموعة بالثة .

١٢ - ٢٥ الحيوانات الدخيلة

العديد من الحيوانات انتقلت بواسطة الإنسان إلى مناطق لم تكن متوطنة بها ، البعض عمدا والبعض الآخر بطريق الصدفة . كثير من هذه الحيوانات الدخيلة اخضت سريعا ، والبعضبقى ولكن بندرة ، إلا أن البعض الآخر أصبح واسع الانتشار وبأعداد كبيرة . وفي كل حالة ، تتوقف النتيجة على مدى ملاءمة البيئة الجديدة ، مدى تيسر موضع يبيغ شاغر ، مدى التنافس مع الأنواع المتوطنة ، ومدى تأثير الحيوان الدخيل بالحيوانات المقرسة والأمراض في موطنه الجديد . اليرغاث ،

القمل ، الديدان الشريطية ، وطفيليات أخرى في الإنسان والحيوانات الأليفة انتشرت بطريق الصدفة مع عوائلها إلى مناطق جديدة ؛ البعض من هذه الطفيليات انتقلت إلى عوائل محلية ، كديدان الأغنام الشريطية التي انتقلت إلى الغزلان الأمريكية . ثقب الحنطة الأوربي ، الخنفساء اليابانية ، الفراشة التوربية ، النمل الأرجنتيني ، وخطبات الحداثتي تعتبر الآن آفات دخيلة مميزة وهامة تصيب المحاصيل في الولايات المتحدة . الفأر المنزلي ؛ الجرذان النرويجية ، السوداء ، والسقفة ؛ الذبابة المنزلية ، وبق الفراش جميعها حيوانات دخيلة وقد أصبحت الآن مصدرأ عاماً للإزعاج في معظم البلدان المتقدمة . وتُبلد الآن محاولات للحد من إنتشار مثل هذه الآفات وذلك بواسطة إجراءات الحجر الصحي .

هناك بعض الحيوانات أدخلها الإنسان عمداً لمناطق جديدة ، ولكنها تسببت في أضرار بالغة . أمثلة لذلك ، الأرنب الرمادي الأوربي الذي أدخل إلى أستراليا ونيوزيلندا وناقص الكيميسات المحلية ؛ النمس الهندي الذي نقل إلى جامايكا وهاواي للقضاء على الجرذان ، ولكنه بدلاً من ذلك قضى على الحيوانات المحلية ؛ « والمصفر الإنجليزي » الذي إستجلب إلى الولايات المتحدة أملاً في القضاء على الفراش النوري وبُني الذئب الدخيل ، ولكنه أصبح الآن مصدرأ للإزعاج . الزرور الأوروي أدخل إلى الولايات المتحدة بواسطة بحى الطيور حسنى النية ، ولكنه بعد الآن آفة زراعية خطيرة .

بعض الإدخالات التي تمت بواسطة الإنسان يمكن إعتبارها مفيدة ، مثل خنافس أبو العيد التي أدخلت لغرض « المقاومة البيولوجية » للعديد من الحشرات القشرية الضارة بأشجار الفاكهة ؛ التلرج مطوق الرقة الذي نجح في ولايات عديدة كطائر صيد إضافي ؛ أسماك التروت ثرى الآن في مياه متنوعة ؛ الفرخ المخطط ، الشاد ، وأسماك أخرى وضعت في مياه الأراضي الواطلة بالشاطئء الباسيفيكي كإضافة إلى مصادر الغذاء المحلية وأسماك الصيد الأصلية .

وبصفة عامة ، فإن عمليات نقل الحيوانات المستأنسة والنباتات لبيئات جديدة والعناية بها عادت بالفائدة على الجنس البشرى . في الولايات المتحدة ، جميع الحيوانات المستأنسة تقريباً (باستثناء الدجاج الرومي) تم إستيرادها من أماكن مختلفة ، وكذلك بالنسبة لمعظم المحاصيل الزراعية . مع ذلك ، فإن عمليات النقل هذه تعتبر خطيرة . الطفيليات والأمراض غالباً ما تكون أشد فتكاً في مواطنها الجديدة . النباتات والحيوانات غير الضارة في مواطنها الأصلية قد تصبح آفات بعد نقلها لأماكن جديدة ، مثل صبلر التين الشوكي والأرنب الأوروي ، اللذان أدخلا إلى أستراليا ، كلاهما أصبح برأياً وغطى ملايين الأفدنة . التين الشوكي أمكن مقلومه أخيراً وذلك بإدخال الحشرات المعادية التي تعمل على الحد من انتشاره في موطنه الأصل بالصحراء الأمريكية ؛ والأرنب أمكن تقليل أعداده باستجلاب مرض الأورام المخاطية (ميكروماتوزيس) . إدخال الحيوانات البرية إلى مناطق جديدة يشكل خطورة أكبر وكانت الأضرار التي سببتها أكثر من منافعها .

التوزيع الجيولوجي ١٢ - ١٦ الحفريات

الحيوانات التي تعيش اليوم ما هي إلا جزء فقط من حياة وفيرة ومستمرة عمرت الأرض عبر ملايين السنين . وقد أمدتنا الحفريات بدلائل عن النباتات والحيوانات السالفة . الحفري (المعنى الحرق شيء استخرج بالحفر) هو أثر عضوي من عصر جيولوجي سابق تم حفظه بطرق طبيعية في صخور أو رواسب رخوة بحيث يقدم معلومات عن صفات الكائن الأصل .

الحيوانات الميتة تُدمر عادة بواسطة آكلات الرمة أو بالتحلل ؛ ولكن إذا غطيت سريعاً برواسب طينية تحت الماء ، بترية تحملها الرياح ، أو بفيلز بركاني ، فإن التحلل سيصبح بطيئاً والأجزاء الصلبة قد تقاوم التحلل . إذا تحولت المادة المغلفة إلى صخر ، ولم يتعرض للسحق الشديد أو الحرارة الزائدة ، فإن المخلفات سوف تُحفظ لفترات طويلة . الحفري قد يكون (١) جزءاً صلباً غير مطعور مثل هيكل ، سِنَة ، أو صدفة ؛ (٢) قالباً ، حيث أن الأجزاء الصلبة التي كانت توجد في وقت ما ، قد تحللت وذابت في المياه التي غطتها ، وتركت بذلك تجويفاً يبين الشكل الأصلي ؛ (٣) تجسجراً ، حيث ارتشح الأصل بمواد معدنية وبذلك حُفظت التفاصيل الدقيقة ؛ أو (٤) صبة من المعدن تملأ قالباً لتبين الصفات الخارجية فقط ، الأجزاء الرخوة أيضاً قد تترك أثراً في الرواسب الدقيقة . بعض التسجيلات الحفرية لأنشطة الحيوانات بقيت كأثر أقلام ، جحور ، أنابيب ، ومخلفات برازية . النباتات الحفرية شائعة كأثر أو صبات . هناك أنواع خاصة من الحفريات وهي جيف (باللحم والشعر ، الخ) الماموث والحفريات الصوف المتجمدة في تربة التندرا بسيبيريا وآلاسكا ؛ جلد ، شعر ، وروث الكسلان الأرضي في كهوف نيفادا ؛ هيكل الأبهال العملاقة وحيوانات أخرى في فحم المستنقعات بأيرلندا ومناطق أخرى ؛ بقايا كاملة لحشرات وحيوانات صغيرة أخرى مدفونة في صمغ العنبر (صمغ حفرى) بامتداد بحر البلطيق ، آلاسكا القطب الشمالي ، ومناطق أخرى ؛ وهيكل أنواع عديدة محصورة في حفر من الأسفلت (سابقاً أحواض من القطران) بجنوب كاليفورنيا .

بجانب الدلائل التي تقدمها الحفريات عن الحياة السالفة ، فإنها تستخدم أيضاً في التعرف على الطبقات الصخرية وفي بيان التتابع التاريخي والزمني لهذه الطبقات . تقدم الحفريات أيضاً بعض المعلومات عن البيئات والظروف المناخية القديمة وعن العلاقات المتبادلة بين الحيوانات الغابرة ؛ كما تعطى بيانات هامة عن التطور العضوي للحيوانات والنباتات خلال العصور المتعاقبة (فصل ١٣) . العديد من الأنواع المعاصرة للحيوانات توجد أيضاً كحفريات ، مينة أنها كانت تعيش في الأحقاب الجيولوجية المبكرة . تبين الحفريات أن المجموعات المتنوعة السالفة كالديناصورات وصلت إلى أوج ازدهارها ثم هلكت كلية بعد ذلك . التسجيلات الحفرية تكون مجزأة في أحسن حالاتها . المخلفات تكون أكثر اكتمالاً وعدداً في صخور العصور الجيولوجية المتأخرة ، في حين أن التراكيب الأكثر قديماً تكون أندر وأقل اكتمالاً وذلك لأن الصخور تعرضت للتدخلات والسحق بواسطة حركات

الأرض ، أو للتغير بواسطة الحرارة .

١٢ - ٢٧ الزمن الجيولوجي

تقديرات أعمار الحفريات تؤخذ أساساً من دراسة المعادن المشعة في الصخور الحاملة للحفريات^(١) أقدم الصخور المعروفة (الأركيزوية) يقلد عمرها بحوالى ٣,٥ بليون سنة ، وأقدم الصخور (الكامبرية) بحفرياتها العديدة عمرها ٦٠٠ مليون سنة . الزمن منذ العصر الأركيوزومي يمكن تصوره بمقارنته بالمسافة من نيويورك إلى سان فرانسيسكو (حوالى ٣٣٠٠ ميل أو ٤٨٠٠ كيلو متر) كل سنة تمثل بـ ٠,١٣٩ بوصة (٣,٥ م) ، متوسط عمر الإنسان بـ ٩,٧ بوصة (٢٥ م) ، العصر الميسيني بـ ٢٢,٧ قدم (٧ متر) ، والزمن منذ العصر البليستوسيني عندما ظهر الإنسان بحوالى ٢,٢ ميل (٣,٥ كيلو متر) ، مجرد مسافة قصيرة من طريق الزمن (انظر فقرة ٦ - ٢٨)

١٢ - ٢٨ إنفصال القارات

قدم ألفريد ويجينر في عام ١٩١٢ نظريته التى تقول إن جميع المساحات الأرضية كانت في الأصل تكون قارة عظيمة واحدة ، بانجيا ، قبل العصر الميزوزوى (منذ ٢٣٠ مليون سنة) . وقد انفصلت القارات فيما بعد ، ووصلت إلى وضعها الحالى . ولسنوات عديدة لم تلق هذه النظرية تأييداً كبيراً ، ولكن الدلائل الجديدة تحير أكثر إقناعاً ، وقد استندت أساساً على التوزيع وتطور الحياة . التصور العام ، أنه كانت توجد كتلتان أرضيتان : جوندوانالاند في نصف الكرة الجنوبي ولوراسيا في النصف الشمالى ، ويفصل بينهما بحر تيشيز . الأرض الجنوبية ربما كانت في المنطقة القطبية الجنوبية أثناء العصر الباليووزى (منذ ٦٠٠ مليون سنة) طبقاً للبيانات التى حصل عليها من الصخور الحاملة للحديد والأماكن الجليدية . كؤنت جوندوانالاند أمريكا الجنوبية ، أفريقيا ، أستراليا ، وقارة القطب الجنوبي . لوراسيا نشأ منها أوراسيا ، جرينلاند ، وأمريكا الشمالية .

(١) الورايوم ٢٣٥ له عمر النصف حوالى ٢٥٠,٠٠٠ سنة ويعطى وصاحا وزنه الذرى ٢٠٦ الرصاص الحادى وزنه الذرى ٢٠٧ . تحليل معدل الورايوم إلى الرصاص ٢٠٦ في صخور ساكنة يقدم مقياساً زمنياً مناسباً لخطب الطبقات التى تتوى على حفريات في العصور الجيولوجية ، ومن ذلك يمكن معرفة الزمن الذى كانت تعيش فيه هذه الحيوانات . حديثاً جداً ، استخدمت طريقة البوتاسيوم ٤٠ الأرجون ٤٠ مع الرواسب الرسائية . وقد ساعد ذلك في تأكيد وتوسيع التقديرات الزمنية التى حصل عليها بطريقة الورايوم - الرصاص . عمر النصف للبوتاسيوم النظير ١٠,٣ بليون سنة . أحدث المقاييس الزمنية هو علم الأزمى . وقد عر إفراجها عند دراسة أعداد الحفلات الشجرية ومدى تباعدها (ينطى حوالى ٨٠,٠٠٠ سنة) ، والنسبة المئوية لاحتلال الكربون المشع ، كربون ١٤ (ك ١٤) (روى تقديري ٧٠,٠٠٠ سنة تقريباً) ينتج الكربون ١٤ كميات قليلة جداً بواسطة إطلاق الأشعة الكونية التى في الجو على ك أ هـ . حتى من ك ١٤ يدخل إلى أنسجة النبات ، وعندما يحلل بعد مئات أو آلاف السنين يمكن تحديد الزمن في حدود مغفولة من الخطأ ٢ ١٦)

الدلائل على الإتصالات السابقة بين القارات تتضمن (١) التطابق الهندسى للحدود القارية تحت سطح الماء على الرصيف القارى ؛ (٢) العمر ، التركيب وحركة الصخور المفترضة ؛ (٣) التسجيلات المغناطيسية القديمة ؛ (٤) البيانات عن تباينات الحمل فى الغلاف الأرضى ؛ (٥) الرواسب المنتشرة للجليد القارى فى العصر الباليوزوى المتأخر فى أفريقيا ، أمريكا الجنوبية ، الهند ، وأستراليا ؛ (٦) توزيع الحياة فى الماضى والحاضر .

زمن الانفصال فى جوندوانالاند يُعتقد أنه من العصر الرئيسى (منذ ٣٤٥ مليون سنة) إلى العصر الطباشيرى (منذ ١٣٥ مليون سنة) ، إزداد الانفصال فى العصرين الجوراسى المتأخر (منذ ١٥٠ إلى ١٣٥ مليون سنة) ، والطباشيرى الأدنى ، وإبتعد القارات عن بعضها استمر فى العصر الثلاثى (منذ ٦٥ مليون سنة) . التباعد الناتج فى خطوط العرض يُعتقد أنه أدى إلى تعرض الكائنات لتغيرات مناخية رئيسية . نتيجة لانفصال القارات ، فإن جماعات الأنواع التى كانت سابقاً على اتصال مباشر أصبحت منفصلة بصفة دائمة . هذا الانفصال للجماعات من المحتمل أنه أدى إلى تطور أنواع جديدة .



شكل ١٢ - ١٢ : نظرية انفصال القارات . تطابق القارات الجنوبية عند حد ال ٥٠٠ فرسخ (منطقة القطب الجبرى عند حد ١٠٠٠ متر) . باستثناء سيلان ، التى تطابقت بالمطابقة ، رسمت الخريطة بالاسمات بالكمبيوتر (عن أ . ج . سميت و أ . هالام ١٩٧٠) .

مراجعة

- ١ - ما هي أهم المواد الكيميائية في النباتات الحيوانية ؟ ، وكيف تؤثر كل منها في جماعة حيوانية ؟
- ٢ - ما هي العوامل البيئية التي تساعد على زيادة أعداد نوع ما ؟ ما العوامل التي تعمل على تقليل أعدادها ؟
- ٣ - ميز بين التطفل والإفتراس .
- ٤ - ماهي الصفة الأساسية للمعايشة ؟ قارن بين التكافل وتبادل المنفعة .
- ٥ - هل هناك مزايا للتنظيم الاجتماعي ؟ هل توجد مضار ؟
- ٦ - ما هي أوجه الاختلاف بين مستعمرة حيوانية ومجتمع حيوي ؟
- ٧ - ما هو التابع البيئي ؟ أذكر مثلاً بسيطاً لذلك . هل للتابع أهمية عملية بالنسبة لشتون البشر ؟
- ٨ - ما هي بعض الخواص الفيزيائية الهامة للمياه المالحه ؟ للمياه العذبة ؟ وللأرض كيفية حيوانية ؟
- ٩ - في أى نوع من المناطق البيئية تعيش أنت ؟ كيف تغيرت تلك المنطقة بواسطة الإنسان ؟
- ١٠ - كيف تؤثر الحواجز على المجال الجغرافي لنوع ما ؟
- ١١ - ما هي طرق انتشار الحيوانات من مكان لآخر ؟
- ١٢ - لماذا تكون فونا الجزر المحيطية هزيلة ومميزة في نفس الوقت ؟
- ١٣ - ما هو الحفري ؟ كيف تتكون الحفريات ؟ ما هي أهميتها بالنسبة لمعلوماتنا عن التوزيع الجغرافي ، الماضي والحاضر ؟
- ١٤ - ما هي الوسائل التي تستخدم في معرفة تاريخ الحيوانات (أو النباتات) البائدة ؟
- ١٥ - افترض أنك بدأت في تسلق جبل بالقرب من خط الإستواء . ما هي المناطق البيئية التي ستقابلها عند صعودك وبأى نظام ؟
- ١٦ - لماذا تكون الحيوانات آكلة اللحوم أقل عدداً بصفة دائمة من الحيوانات آكلة النباتات ؟

- ١٧ - بما أن أعماق المحيط (المناطق العميقة ، الأعماقية ، والقاعية) مظلمة ، فمن أين تحصل الحيوانات على الطاقة اللازمة للحياة ؟
- ١٨ - إذا كان مصير العديد من الصغار هو الموت ، لماذا تنتج الحيوانات عدداً كبيراً منها ؟
- ١٩ - من المعروف أن سلاسل الغذاء تكون أقصر على الأرض منها في البحر ، ماذا يعني يعني هذا بالنسبة لقدرة البحار على إنتاج غذاء لمواجهة التزايد السكاني ؟
- ٢٠ - أى مجموعة من الحيوانات ، متخصصة أو عامة ، تتوقع أنها أكثر تعرضاً للانقراض ولماذا ؟

الفصل الثالث عشر

التطور العضوى

منذ زمن بعيد ، والإنسان يبحث عن معرفة كيف ، متى وأين بدأت الحياة ، والطرق التي بها جاءت إلى الوجود تلك الأنواع العديدة من الحيوانات والنباتات . هذا الفصل يأخذ في الاعتبار بعض النظريات عن تلك الموضوعات ، والأدلة التي تأسست عليها .

ليس لدينا معرفة عن الحياة فيما عدا على الأرض ، ولكنه من المحتمل أن الحياة موجودة في مكان آخر من الكون . من بين العدد الضخم من النجوم ذاتية الإضاءة (ربما 10^{10} في حدود 10^2 في التلسكوب) ، كثير قد يكون له كواكب بأحوال ملائمة للحياة تشبه تلك الموجودة فوق الأرض ويقدر الفلكيون أنه يوجد على الأقل ١٠٠ مليون من مثل تلك الكواكب غير أنه يبدو أنه فيما بين جهازنا الشمسى ، قد تتواجد حياة خارج الأرض فقط من نوع بدائى جداً أو مختلف . المرنج ، المعتبر طويلاً كموطن محتمل ، ليس به ماء سائل ، وجو أساساً من ثنائى أكسيد الكربون ، ودرجات حرارة ليلية من المحتمل أن تنخفض إلى -580°C . الحياة فوق الأرض تبنى على الكربون ، الإيدروجين ، النتروجين ، الأكسجين ، والماء السائل ، ولكن أجهزة عنصرية أخرى قد تكون قادرة على تدعيم الحياة . وإنه يبدو تماماً أننا سوف لا نجد كائنات تشبه أكبر نباتات وحيوانات الأرض . فوق أى من كواكب مجموعتنا الشمسية .

١٣ - ١ نباتات الحياة

الأرض ربما قد نشأت من تكثف مواد غازية غاية في السخونة (الفرضية السديمية) ، أو كتكتلة منصهرة (الفرضية الكويكبية) ، في كل حالة قد نشأت الأرض من جسم مملوئ آخر . وبردت ببطء ، متناقصة في الحجم ، وفي الوقت المناسب إكتسبت جواً أحفظ بالماء على سطحها . وملاً الماء المنخفضات فوق السطح مكونة محيطات ، ربما قد كانت أصلاً ساخنة جداً . أقدم الصخور المعرضة تشير إلى نشاط بركانى كبير على الأرض المعرضة وقتها . الحياة ، كما نعرفها ، ما كان لها أن توجد ، لولا أن المياه والأرض قد بردت .

١٣ - ٢ كيف نشأت الحياة

توجد عدة نظريات أساسية عن أصل الحياة .

١ - **الخلق الذاتي** : مبكراً ، كان من المعتقد أن الحياة نشأت تكراراً من مواد غير حية بواسطة الخلق الذاتي ، وقد أثبتت التجارب خطأ هذه الفكرة في القرنين السابع عشر والتاسع عشر (فصل ١٠) . ولكن النظرية الحديثة نفترض أن أول جزيئات حرة المعيشة ذاتية التكرار من DNA قد تكونت من جزيئات عضوية غير حية .

٢ - **الخلق الخاص** : حتى منتصف القرن التاسع عشر ، فإن الحياة قد افترض أنها خلقت بواسطة قوة ما فوق طبيعية ، إما مرة واحدة ، أو على فترات متعاقبة ، أو أن كل نوع افترض أنه خلق منفصلاً . هذه الفكرة خارج نطاق العلم ، وليست عرضة للدراسة التجريبية .

٣ - **النظرية الكونية الحيوانية** : البذور الجرثومية المقاومة للكائنات الحية البسيطة ، قد تكون وصلت للأرض مصادفة من مصدر آخر في الكون . البرودة القصوى والجفاف والإشعاعات المحيطة للفضاء بين النجوم ربما قد لا تسمح بالحياة كما نعرفها . وهذه النظرية لا تمهدنا بتفسير عن النشأة الحقيقية للحياة .

النظرية الطبيعية : في وقت ما ، يزيد عن بليون سنة مضت ، أصبحت أحوال الحرارة والرطوبة ملائمة للحياة . لم يوجد أكسجين خالص ، ولكن الجو أحتوى على ميثان ، نشادر ، وإيدروجين ، وبخار الماء . ومعروف من التجارب الحديثة ، أن الأحماض الأمينية مثل الجليسين والألانين ، نتج حينما تعرض الغازات المذكورة أعلاه إلى الضوء فوق البنفسجي أو إلى شحنات كهربية مثل البرق . وأيضاً فإن قاعدة الأدينين التروجينية ، قد أنتجت في المعمل بواسطة الإشعاع لخليط من الميثيلين ، النشادر ، والماء .

قد تكون تجمعات من الجزيئات العضوية تراكمت ، ربما في جيوب ضحلة ضيقة من ماء البحر ، لأنه لم يوجد وقتها بكتيريا لتسبب التحلل . وعلى مر الوقت الطويل من التطور الكيميائي ، فإن مثل هذه التجمعات تنافست (الانتقاء الطبيعي) على مخزون محدود من المواد الأولية وبقي « الأصلح » فقط . بعض من تلك « البروتينات كانت قادرة على أن تعمل كمواد حفازة ، وأخيراً أصبحت مواداً حفازة ذاتية - لها القدرة على أن تحفز تخليق جزيئات مثلها وتلك ربما قد اشتقت طاقاتها من تحمر السكريات البسيطة مثل بعض البكتيريا الموجودة حالياً . وفيما بعد تكونت مواد ذاتية التغذية ، التي أمكنها أن تستخدم الصبغيات الممتصة للضوء مثل الكلوروفيل ، لتخليق جزيئات الكربون المقعدة وتطلق أكسجيناً حراً (التمثيل الضوئي) . وقد أنتج هذا ذخيرة اليوم من الأكسجين في جو الأرض ، الذي يقدر بأن كله يمر خلال الكائنات الحية كل ٢٠٠٠ سنة تقريباً . باستخدام الطاقة الشمسية ، تكونت الطحالب الخضراء وحيدة الخلية ، وأصبحت غطاء الكائنات الأولى ، وحيدة الخلية . وطالما وصلنا إلى هذه المرحلة ، فإن الخلايا يمكنها أن تكون تجمعات ، من وحدات ماثلة

أولاً ، تتميز فيما بعد لتكون أنسجة ذات توزيع فى العمل ، كما يبدو بين الكائنات العليا

١٣ - ٣ أين نشأت الحياة

حيث أن العديد من الحيوانات البسيطة والدنيا مائية وبحرية ، وحيث أن خلايا جميع الحيوانات وسوائل الجسم فيها تحتوى على أملاح (ص كل وغيرها) ، فإنه يستتبع أن الحياة بدأت فى المحيطات . بقايا الحيوانات الأولى كلها فى صخور ذات أصل بحرى . العديد من الكائنات قد غزت فيما بعد المياه العذبة ثم الأرض ، والبعض الآخر أصبح بحرياً ثانية مثل القروش المبكرة والأسماك العظمية ، والبلرليوزورز والزواحف القديمة الأخرى ، والحيثان ، عجول البحر ، وأبقار البحر بين الثدييات الحية .

١٣ - ٤ متى نشأت الحياة

إن عمر القشرة الأرضية قدرت بحوالى ٤,٦ بليون سنة . وأقدم صخور سطحية مميزة (الأرمسية) قد قدرت بعمر ٣,٥ بليون سنة ، والصخور الأولى (الكاميرية) التى تحتوى على العديد من بقايا الحيوانات ربما قد تكونت منذ ٦٠٠ مليون سنة (فصل ١٢) . كثير من المجموعات الحيوانية قد نشأت مد ذلك الوقت . وقد وجدت كائنات حفرية وحيدة الخلية (معظمها طحالب خضراء زرقاء) فى صخور قدرت أعمالها بليونين من السنين ، وبقايا ليست محفوظة جيداً فى صخور عمرها ثلاثة بلايين سنة . أقدم كائن حي ، يوباكتريم ، من صخور من هذا التاريخ . لا يوجد دليل قاطع على تغير تام فى سجل الحياة ، وعليه فإن الأحوال الملائمة لوجودها لابد وأنها كانت سائدة فى مكان ما فوق الأرض خلال فترة ضخمة من الزمان .

١٣ - ٥ التطور

البيانات لدى الفلكيين تبين أن النجوم والمجموعات الشمسية وغيرها فى الكون ، قد تعرضت لتغير تدريجى ، أو تطور كوني . فوق الأرض توجد أدلة كثيرة على تطوريولوجى تدريجى أدلة فى مرتفعات وتاكلات الكتل الأرضية ، فى انتقال الجزيرات فى الماء لتكون رسوبيات ، والتفجرات المناعية طويلة الأجل .

الكائنات التى تعيش الآن والأنواع العديدة فى الأزمنة الماضية المثلة فى الحفريات ، تكون إتيابنا فى الأشكال ، أكثر تعقيداً تصاعدياً ، من الأوليات وحيدة الخلية حتى اللاقاريات العليا والفقاريات . البيولوجيون يفسرون تاريخ الحيوانات (والنباتات) على الأرض بكونه عملية متواصلة من التطور المضوى ، قد أنتجت الأنواع الحالية : الكائنات الحالية تتغير متحورة ولكن سلالات مباشرة من أنواع أخرى عاشت فى أزمنة جيولوجية سابقة . هذا هو تسلسل النسب مع التحور ، العملية التى تسمى « أصل النوع » بواسطة تشارلس داروين . عمليات التطور لا تزال

في فاعليتها ، وعلى ذلك فإنها قادرة على الدراسة التجريبية . المعلومات الحالية عن نمط التطور ملخصة في التصنيف الطبيعي (شكل ١٤ - ١) ، وهو عبارة عن « شجرة نسيية » مختصرة لعالم الحيوان . بعض التشابهات والأختلافات بين الشعب المتنوعة ملخصة في جدول ١٤ - ٢ .

الأدلة على التطور العضوي مشتقة من عدة مصادر : علم الشكل المقارن : علم الفسيولوجيا ؛ علم الأجنة ؛ التوزيع الجغرافي ، من دراسة الحفريات (علم الحفريات) ، من الحيوانات والنباتات المستأنسة ، ومن التجارب . في السنين الحديثة ، قد تجمعت أدلة جديدة من مجالات الكيمياء الحيوية ، البيولوجيا الجزيئية ، علم الوراثة ، ومن الأفرع الأخرى للبيولوجيا . يتفق العلماء وكثير من الأشخاص المعادين ، على أنه توجد أدلة نظرية التطور ، ولكن يوجد اختلاف في الرأي فيما يخص بالمعاملات ، أو الطرق ، التي بها قد تم التطور .

أدلة التطور

١٣ - ٦ المورفولوجيا المقارنة

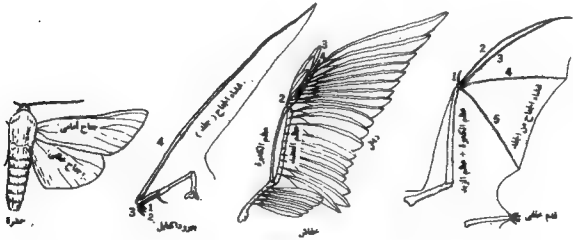
جميع الحيوانات متشابهة في كونها مكونة من خلايا ذات صفات مشتركة عديدة . لو أن كل نوع كان قد خلق منفصلاً ، فإن الحيوانات قد تكون متباينة بدرجة لانهاية في التركيب بلون نمط متناسق أو علاقة بين الأعضاء ذات الوظيفة المماثلة . بدلاً من ذلك ، نجد أن المجموعات الكبيرة من الحيوانات ، رغم كونها غير متشابهة كثيراً في المظهر ، لها أجهزة عضوية متشابهة للعضم ، للإخراج ، والوظائف الضرورية الأخرى . أعضاء أية مجموعة يبدو تشابهاً تركيبياً كبيراً ؛ وعلى ذلك فإن الحشرات لها زوج من قرون الاستشعار ، ست أرجل ، وكثير من الصفات المشتركة الأخرى . وأخيراً ، فإن أعضاء النوع الواحد تشمل حيوانات ذات تركيب متشابه فيما بينها .

عند فحص الحيوانات ذات الأدلة التركيبية على التطور ، كان من الضروري أن نميز الصفات ذات الأصل المشترك (تشابه تركيبى : مضاعفة) ومن ثم دالة على نسب مشترك في السلالة ، عن الصفات التكيفية الخالصة ذات الوظيفة المتشابهة (تناظر وظيفي) ولكن من أصل مختلف . وعليه فإن المكونات الهيكلية في أجنحة الحفاش ، الطائر ، والبتروداكتيل (زواحف طائرة مندثرة) متشابهة تركيبياً في كون كلها تحورات عن نموذج مشترك للطرف الأمامي في الفقاريات الأرضية . ولكن أجنحة الحشرات ، متناظرة في الوظيفة فقط لتلك بين الفقاريات ؛ فرغم أنها تستخدم في الطيران ، إلا أنها مشتقة ، ليس من أطراف ، ولكن من المحتمل كإمتدادات لجدار الجسم (شكل ١٣ - ١) .

الدراسات في المورفولوجيا المقارنة ، علم الأجنة ، وعلم الحفريات ، تجعل من الممكن تتبع أصل الزوائد في الفقاريات من شيت جانية على الجسم في الحلييات الدنيا حتى الزعانف في القروش والأسماك العظمية . الزوائد في بعض الأسماك الحفرية (لحمية الزعانف) بها أجزاء هيكلية يمكن

مماثلتها بعظم الأطراف في الفقاريات الأرضية . الأطراف في تلك الأخيرة تبنى مجالاً متسعاً في التحورات التكيفية لاستعمالات خاصة ، عن طريق تغيرات في الطول أو عن طريق التحمل أو اختزال لأجزاء منها (شكل ١٣ - ٢) ؛ وعليه فكلها متشابهة تركيبياً ، مشتقة من الطرف خماسي الأصابع .

التشابهات التركيبية موجودة في كل جهاز عضوي للفقاريات ، من الأدنى حتى الأرق بما فيها الإنسان . المقارنة بين الأجهزة العضوية في فصول ٣ حتى ٩ ، تمد ببعض الأدلة القاطعة عن التطور (أنظر أيضاً فصول ٢٤ إلى ٢٧) . في جميع الفقاريات (١) يشتمل الجهاز العصبي على مخ أمامي بأجزاء متشابهة ، أعصاب مخية مزدوجة ، حبل عصبي ظهري واحد ، وأعصاب شوكية مزدوجة لكل قطعة جسمية ؛ (٢) محفظة المخ يتبعها عمود شوكي مفصل من فقرات منفصلة يدعم الجسم ويحيط بالحبل العصبي ؛ (٣) القناة الهضمية تقع في الجهة البطنية للفقرات ، وتشمل كبداً وبكرياساً كغدد هضمية رئيسية ؛ (٤) القلب ، الذي يقع بطنياً ، يتصل بجهاز مقفل من أوعية تحتوي على دم به كرات بيضاء وحمراء ، (٥) الجهاز الإخراجي والتناسلي يبدآن عدة صفات تماثلية في التركيب . في كل جهاز وعضو ، يوجد اتفاق فيما يختص بالوضع في الجسم والشكل العام وحتى في التركيب المجهري للأنسجة . وتبعاً لذلك ، فإن الحيوان اليرماني ، الزاحف ، أو الثديي يفيد على نفس المستوى في دراسة أساسية للتشريح الفقاري .



شكل ١٣ - ١ : نماذج بين أجيال الحشرات (بدون هيكل داخلي) والفقاريات ذات هيكل - ذات وظيفة مماثلة ولكن ذات أصول مختلفة . التشابه في التركيب في عظام جناح الفقاريات ، كلها منسقة من النموذج العام للطرف الأمامي في الفقاريات الأرضية ، ولكنها متصورة بجاين . جيوداكيف (زواحف مندثرة) بأصبع رابع طويل ، طائر بالأصبعين الأول والخامس طليين ، الأصبعان الثالث والرابع ملصقان جزئياً ، الحشرات بالأصبعين الثاني والخامس طويلين .

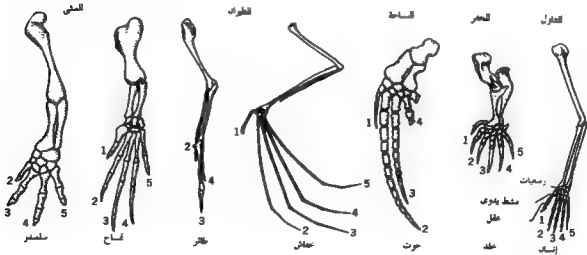
الأجهزة العضوية ليست متشابهة تماماً ولكنها تبدى تغيرات تصاعدية من الأسماك إلى الثدييات ، في المخ ، يكون الاتجاه (شكل ٩ - ٢) نحو كبر الفصين الخفيين ، وهما مراكز الأنشطة العقلية ، وأيضاً كبر المخيخ ، أو مركز الترابط . القلب مكون من حجرتين في الأسماك ، ثلاث حجرات في البرمائيات ومعظم الزواحف ، وأربع حجرات في الطيور والثدييات ، وأخيراً يفصل تماماً الدم الوريدي والدم الشرياني (شكل ١٣ - ١٣) . في الأعضاء الإخراجية ، تصريف الفضلات يكون أولاً من السيلوم وفيما بعد من الدم فقط (شكل ٧ - ٤) .

بطريقة مماثلة ، يوجد كثير من التشابهات التركيبية بين اللافقاريات . كل مفصليات القدم ، لها أجسام عقلية بغطاء كيتيني ، سلسلة زوجية من زوائد مفصلية ، حبل عصبي بطني مزدوج ، وكثير من الصفات المشتركة الأخرى . يوجد أيضاً حبل عصبي بطني مزدوج في الديدان الحلقية ، الرخويات الأولية ، وبعض اللافقاريات الأخرى .

١٣ - ٧ الفسيولوجيا المقارنة

كثير من التشابهات الأساسية في الصفات الفسيولوجية والبيوكيميائية يوازي الصفات المورفولوجية للكائنات .

١ - التصنيف المبني على تركيب بلورات الأوكسي هيموجلوبين من دم الفقاريات ، يوازي

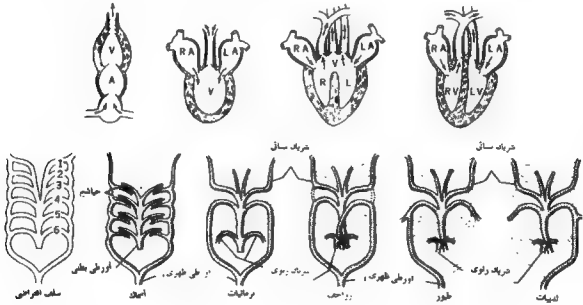


شكل ١٣ - ٧ : تشابه في التركيب وتكيف في عظام الطرف الأمامي الأيسر في الفقاريات الأرضية . الأطراف متشابهة في التركيب ، حيث تتكون من عظام متشابهة (العضد ، ومنهات ... الخ) ، التي تكون في كل نوع من الحيوانات متكيفة لاستخدامات خاصة عن طريق اختلافات في الطول ، الشكل والحجم للعظام المتوقعة ؛ ١ - ٥ ، أصابع .

التصنيف المبني على تركيب الجسم . البلورات من كل نوع واضحة ، ولكن كل البلورات التي من نفس الجنس ذات بعض الصفات المشتركة . وعلاوة على ذلك ، فإن بلورات جميع الطيور لها بعض التشابهات ، ولكنها تختلف عن البلورات التي يحصل عليها من دم الثدييات أو الزواحف .

٢ - إختبارات الترسيب هي تفاعلات لمصل الدم . في مثل هذه الإختبارات ، يكون مصل الإنسان أقل تمييزاً من مصل القردة العليا (الغوريلا ، الشمبانزي .. إلخ) وأكثر تمييزاً من مصل الرئيسيات الأخرى (القردة) وأيضاً أكثر تمييزاً من مصل الثدييات الأخرى . أمصال الثدييات ، بالتالي ، مميزة بوضوح عن أمصال الفقاريات الأخرى .

٣ - بعض الهرمونات المشتقة من الغدد الصماء ، تبدى تفاعلات مشابهة حينما تحقن في حيوانات مختلفة كثيراً . الغدة الدرقية في الماشية تنظم معدل الأيض فيها ؛ مستخلص هذه الغدة قد تُعطى للإنسان الذي لديه نقص في إفراز عدته الدرقية ، كي يسرع أبيض جسمه . إذا ما أضمت



شكل ١٣ - ٣ : التشابه في التركيب والتتابع الجنيني في الأقواس الأورطية وحجرات القلب للفقاريات . أسفل : ستة أزواج من الأقواس تكون في أجنة جميع الفقاريات ، ولكن الأجزاء المبينة بخطوط منقطعة تخفى فيما بعد . في الفقاريات الأرضية ، الزوج الثالث دائماً يكون الشرايين السباتية ، الرابع يصبح الأقواس الجهازية لتكون الأورطى الظهرية ، ولكن الأيمن فقط يبقى في الطيور والأسماك في الثدييات ، القوس السادس دائماً يكون الشرايين الرئوية . أسفل : القلب الجنيني دائماً يبدأ بأذين واحد A وبطين واحد V ؛ وبقي كذلك في الأسماك . ينقسم الأذين (RA, LA) في الرمائيات ؛ والبطين ينقسم جزئياً في الزواحف وكنية (RV, LV) في الطيور والثدييات . في أجنة الأنواع العليا الأقواس والعرف تنمو بالتدرج خلال تتابع الأطوار الموضحة . الأسهم تشير إلى مسارات تدفق الدم .

اللغة العرقية للبقر أو الأغنام لألى ذببية في الضفدع ، الذى أزيلت منه الغدة الدرقية ، فإن أبا ذببية ينمو عاديا ويتحول إلى ضفدع .

٤ - كثير من الإنزيمات الهضمية القردية الموجودة في الحيوانات المختلفة ، متشابهة أساسا في التأثير الفسيولوجى . الرئيس ، الذى يؤثر على البروتينات ، يوجد في كثير من الحيوانات من الأوليات إلى الإنسان ، والأميليز ، الذى يؤثر على النشويات ، يوجد في الحيوانات من الأسفنجيات إلى الثدييات .

• - الطراز النوى

عدد الكروموزومات والصفات المورفولوجية ، أحيانا تقدم دلائل داعمة عن الأصول التطورية ، والعلاقات والانجماحات بين الأنواع ونحت الأنواع . أشكال الكروموزومات ، المقيدة في مثل هذه الدراسات ، عبارة عن أنشوطات مميزة أو صور أخرى ناتجة من تعاكسات ، لإزالات .. إلخ ، ومخط سطحى كما يوجد في الكروموزومات اللعابية للدروسوفلا . المعلومات عن الطراز النوى مع إختبارات التناسل بقدر الإمكان ، غالبا ما تسمح للفاحص بأن يتتبع الأحداث الخلوية الوراثية في التطور بتفصيل ملموس .

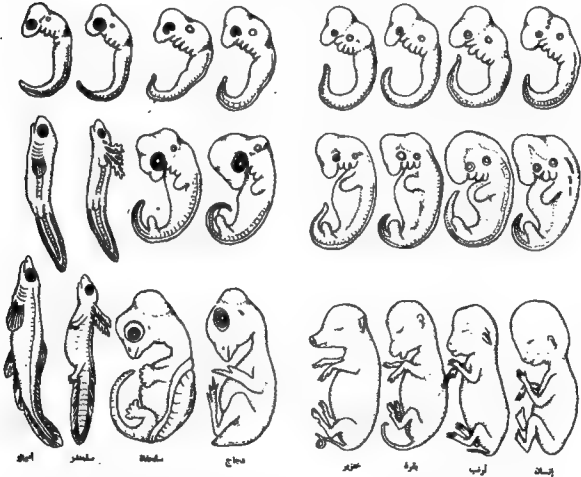
١٣ - ٨ علم الأجنة المقارن

فيما عدا لأنواع قليلة متخصصة من التكاثر ، فإن كل حيوان عديد الخلايا ينشأ من ريجيوت ، أو بيضة تخصبة (فصل ١٠) . البيضة في كل نوع لها قدرة مميزة أن تنتج فرداً من هذا النوع ، ولكن توجد عدة صفات للنمو الجنينى مشتركة لأعضاء أية مجموعة حيوانية . البيض المنحصب ينقسم ، يمر خلال طور البلاستيولا وطور الجاسترولا ثنائية الطبقات ، ثم يصبح متميزا بتنوع . أنواع كثيرة من اللاقاريات لها بركة مطوقة . بيض الفقاريات يختلف بعض الشيء في طريقة التفلق تبعاً لكمية المح الموجودة (شكل ١٠ - ٩) ، ولكن الأجنة المبكرة لجميع الفقاريات متشابهة كثيراً ؛ فيما بعد ، تصبح أجنة كل طائفة متميزة ، ثم تصبح صفات العائلة والنوع واضحة (شكل ١٣ - ٤) . الجنين المتبدىء في بيضة الدجاجة ، له أولاً أساسيات الفقاريات من حبل ظهري ، جهاز عصبي ظهري ، وجيوب خيشومية ؛ فيما بعد ، يكتسب الجنين صفات الطائر مثل المنقار والأجنحة ؛ ثم متأخراً ، تظهر سمات الكسكوت بدلاً من حملة أو بطة .

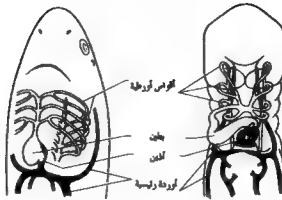
جنين السمكة يكون فتحات خيشومية مزدوجة ، خياشيماً ، أقواساً أورطية ، وقلباً من حجرتين ؛ تلك كلها تبقى في الطور اليافع لتعمل في التنفس المائى . تركيبات متشابهة تظهر في جنين الضفدع ، وهى ضرورية أثناء حياة بركة الضفدع في الماء التى تشبه حياة السمكة . ولكن ، حينما تتحول البرقة إلى ضفدع يتنفس الهواء ، فإن الخياشيم والفتحات الخيشومية تختفى ، تصبح الرئتان فعاليتين نحو التنفس في الهواء ، الأقواس الأورطية تتغير لتخدم التركيب اليافع ، والقلب ثلاثى

الحجرات للدورة الدم لكل الجسم والرتين . يبدأ الحيوان اليرماني بصفات معينة تشبه الأحماك ، ضرورية ليرقة مائية ، ثم تتغير هذه فيما بعد للحياة الأرضية . والمدهش أن الأجنة المبكرة للزواحف ، والطيور ، والثدييات تكون أيضاً غطاً يشبه السمكة من الفتحات الخيشومية ، الأقواس الأورطية ، والقلب ذي الحجرتين (شكل ١٣ - ٥) ، رغم أن أي من هذه الأجنة ليس له يرقة مائية ، وكلها تنفس فقط بالارتئات بعد الولادة . الفتحات الخيشومية الجنينية سرعان ما تغلق ، الأقواس الأورطية المزدوجة تصبح الشرايين السباتية وشرايين أخرى (شكل ١٣ - ٣) ، وسرعان ما يصبح القلب ثلاثي الحجرات ، ورباعي الحجرات فيما بعد في الطيور والثدييات .

وجود فتحات خيشومية ، وأقواس أورطية مزدوجة في أجنة الزواحف ، الطيور ، والثدييات لا يفسر بنظرية الخلق الذاتي ، ولكنها في ظل نظرية تطور ، تعتبر بوضوح بقايا سلفية . السجل



شكل ١٣ - ٤ : سلسلة من أجنة الفقاريات في ثلاثة أطوار متتالية ومختلفة من النمو . أعلى : الجميع متشابهة كنوا في الطور المبكر . الوسط : التمييز واضح ، ولكن التلويحات الأربعة (جهة الخمين) متشابهة تماماً أسفل : فيما بعد تصبح الخصائص المميزة لكل واضحة . (عن هيكل ، ١٨٩٩) .



شكل ١٣ - ٥ : أدلة جنينية عن التطور . إلى اليسار : قرش يلفح . إلى اليمين : جنين إنسان ٣ مم طولاً ، قلب ذى حجرتين ، أقراص أورطية مصعدة ، وأوردة رئيسية . قارن مع شكل ١٣ - ٣ .

المخفى . يبين أن الفقاريات المائية ، التي تنفس بالخياشيم قد سبقت الأنواع الأرضية ذات التنفس الهوائي . من الوجهة الزمنية ، فإن تنابع ظهورها كان : الأسماك ، البرمائيات ، الزواحف ، الطيور ، والثدييات (أنظر الصفحات الأخيرة) . البرمائيات تمثل مرحلة وسطية ، خلالها كل ضفدع لا تزال تمر من التنفس المائي إلى التنفس الهوائي .

تلك وحقائق كثيرة أخرى توضح المبادئ الأساسية للنمو الجنيني التي وضعها فون بير (ألماني ، ١٧٩٢ - ١٨٧٦) : (١) تظهر الصفات العامة قبل الصفات الخاصة . (٢) من الأكثر عموماً ، تنشأ الصفات الأقل عموماً وفي النهاية الصفات الخاصة . (٣) الحيوان ، أثناء نموه ، يميل تصاعدياً عن الشكل لحيوانات أخرى . (٤) الأطوار الصغيرة لحيوان ما ، تشبه المراحل الصغيرة (أو الجنينية) لحيوانات أخرى أقل في التدرج ، ولكنها لا تشبه الأطوار الياقعة لتلك الحيوانات . الاقتباس الشائع « نظرية التناسخ » أو « قانون النشوء الأحيائي » هيكل (ألماني ١٨٣٤ - ١٩١٩) ينص على أن كل كائن فرد في نموه (تلويح نمو الفرد) ، يميل إلى أن يعيد باختصار الأطوار التي تمر بها أسلافه (تاريخ نشوء المجموع) . « قوانين » فون بير تمضي نصاً أكثر دقة . نمط النمو الجنيني في مجموعة من الحيوانات المقاربة قد يحتوي على صفات تعكس ماضيها ، ولكن كثيراً من التجديدات تُركب حتى أنها غالباً ما تطمس النموذج السلفي . وعلى ذلك ، لا يوجد تناسخ تام . ولقد أضيف إلى الصفات القديمة (تناسخية) للأجنة ، صفات أخرى حديثة (مستحدثة) . بعض من تلك الأخيرة يظهر مبكراً في نمو الفرد ، مثلاً كما في الأغشية الجنينية للزواحف ، والطيور ، والثدييات ، تلك هي صفات « جديدة » ، غير موجودة في الفقاريات الدنيا ، غير أنها لازمة لحماية الأجنة في الفقاريات الأرضية (شكل ١٠ - ١٢) . وثمة تعقيد آخر ، هو حذف أو تداخل الصفات التكوينية بالنسبة لأحوال بيئية خاصة ، مثل غياب بركات طافية في حالة قشريات المياه الحلوة وحذف الأطوار اليرقية حرة المشي في بعض الضفادع (مثل ، أليوترو داكتابلاس) والسلمندر البليودوتني . البرقات قد تصل أحياناً إلى النضوج الجنسي وقد تتكاثر (تناسل الصغار) . القريبات

الريقية بفتحاتها الخيشومية وحبلها الظهري ، قد تكون بدأت الخط الحبل ، وريقة ذوات الألف رجل ذات الأرجل الستة ، بنسوجها الجنسي واحتفاظها رغم ذلك بصفاتها الريقية ، قد افترضت أن تكون سلفا للحشرات .

١٣ - ٩ الأعضاء الضامرة

الأعضاء التي ليست لها وظيفة وذات حجم ضامر تسمى أعضاء ضامرة . من وجهة نظر الخلق الذاتي ، تعتبر هذه الأعضاء صعبة التفسير ؛ ومن وجهة نظر التطور فمن الواضح أنها صفات كانت فعالة وضرورية في أسلافها ولكنها الآن في طريقها إلى الإختفاء من الكائنات الحية . العديد من الزواحف تحت الأرضية ، الأسماك التي تقطن المغارات ، جراد الحر ، والحشرات عندها الأعين ضامرة أو غائبة ، في حين أن مثيلاتها التي تعيش في الخلاء لها أعين . بقايا حزام حوضي وأطراف خلفية توجد في ثعالب الأصلة وقليل من الثعابين الأخرى (شكل ٢٥ - ١٧) الحيتان ذات البال تقتصر إلى الأسنان في أطوارها اليافعة ، ولكن براعم سنية توجد في أجنحتها المثل القائل « نادر كاستنان الدجاج » لا ينطبق على أجنة الطيور التي لها براعم سنية عابرة ؛ وبعض الطيور الحفرية كان لها أسنان في أطوارها اليافعة . طائر الكيوي عديم الطيران الذي يعيش في نيوزيلندا له أجنحة ضامرة ذات عظام أثرية فقط ، وطائر المُوا الكبير هناك أيضاً ليس له أجنحة كلية . الحصان الحلي له عظم الشظية ، وهي أثر الأصابع كانت موجودة في أسلاف الحصان (شكل ١٣ - ٩) .

يوجد بالكامل ٩٠ صفة أثرية في جسم الإنسان ؛ وأمثلة منها موضحة في شكل ١٣ - ٦ . الحصان ، القوارض ، وبعض الثدييات الأخرى لها أعور كبير أو زائدة أعورية كحفرة هضمية إضافية . في الإنسان الزائدة هي أثرى رفيع طولها حوالي ٢ بوصة ، لا تؤدي وظيفة مفيدة وتعتبر غالبا موضع إصابة تستلزم إزالة جراحية . الأذان الخارجية في الثدييات تحركها عضلات خاصة ؛ وكونها تقتصر إلى الحاجة لمثل هذه الحركات في الإنسان ، فإن العضلات تكون عادة ضامرة وغير فعالة . في الزاوية الداخلية من عين الإنسان يوجد غشاء أبيض يمثل الغشاء الرامش الشفاف ، أو جفن عين ثالث ، يوجد أيضا في القط ، الطائر ، الضفدع ، وقناريات أرضية أخرى . « ضروس العقل » في الإنسان ، أو الضروس الخلفية ، تكون أصغر وأكثر تنوعا من الضروس الأخرى وغير منتظمة فيما يخص بوقت وطريقة إنشقاقها ؛ وهذا يفترض أنها في سبيلها أن تكون عديمة الفائدة وقد تختفي النهاية .

١٣ - ١٠ السجل الحفري

دليل هام عن التطور يتأتى من دراسة الحفريات . ليوناردو دافينشي (إيطالي ، ١٤٥٢ - ١٥١٩) كان الأول الذي ميز أن الحفريات كانت أدلة عن حياة حيوانية في الماضي . دراسات الحفريات الهامة المبكرة كانت بواسطة عالم التشريح المقارن الفرنسي ، جورج كوفير



شكل ١٣ - ٩ : بعض التراكيب الأثرية في جسم الإنسان (جزئياً عن كان)

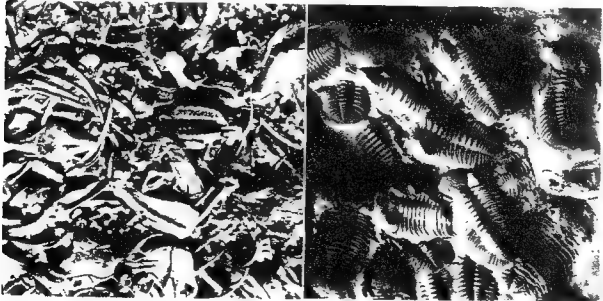
(١٧٦٩ - ١٨٣٢) . في سنة ١٨٠٠ ، نشر نبذة عن الفيلة الحفرية ، ليربطها بالأنواع الحية ، في تصنيف للأسماء فيما بعد ، استخدم كوفير كلا من الأنواع الحية الحفرية غير أن كوفير اعتقد في نظرية الخلق الذاتي ، وأنه كان داروين أول من أوضح أن الحفريات كانت أدلة عن استمرارية وتطور الكائنات . علم الحفريات ، وهو دراسة الحفريات ، يعتبر الآن علماً هاماً يربط علم الحيوان بعلم الجيولوجيا ، ويمد بالعديد من الحقائق عن التطور .

السجل الجيولوجي للحياة الماضية ، ناقص كثيراً . إنه يشبه بقايا كتاب قد فقد كل الفصول الأولى ، يحتوي فقط على صفحات مبكرة أو أجزاء من صفحات في الجزء الأوسط ، ويحتفظ بعدد متزايد من الصفحات المتصلة أو أجزاء من الفصول تجاه النهاية . سجلات الحياة الماضية تنتج من تتابع لأحداث عرضية . (١) بقايا حيوان ميت نقلت من التحطم ، (٢) تصبح مدفونة في الرواسب أو الرماد (٣) الذي يقلوم الحرارة غير المناسبة ، السحق ، والانتشاء ، العوامل التي قد تحطم الحفرية . (٤) الرواسب أو الحجر يصبح مرتفعاً كجزء من الأرض ، (٥) ولا يتآكل بصفة متلفه بالماء أو الرياح . وأخيراً (٦) تصبح الحفرية معرضة وبارزة وتلفت نظر عالم الحفريات . بعض البقايا الحفرية كاملة ، ولكن الكثير منها شظوى ، وكل الحفريات المعروفة تمثل جزءاً فقط من الأنواع العديدة من الحيوانات والنباتات التي عاشت في الماضي . بعض الأنواع أو المجموع ربما لم تصبح حفريات بالمرة لأنها كانت ذات أجسام رخوة ، ولأنها عاشت حيث لم يمكن حدوث التحفور . كثير

الصخور الكمبرية ، أقل الصخور ذات العديد من الحفريات ، تحتوي على بقايا كثير من اللاقناريات ، بما في ذلك الأوليات ، الأسفنجيات ، الهلاميات ، الديدان ، براكايودات ، جلد شوحيات (خيار البحر ، الزنق) ، الرخويات (جاستروبودا ، سيفالوبودا) ، ومفصليات القدم (قشريات ، ثلاثية الفصوص) . ابتداء معظم شعب اللاقناريات وبعض الطوائف لا يمكن تتبعها ، ولكن نشأة ، استمرارية ، وانحدار أو اندثار اللاقناريات الأخرى مسجلة جيداً . ثلاثية الفصوص (شكل ١٣ - ٨) كانت سائدة حيناً أنفتح السجل في العصر الكمبري ؛ وقد ازدادت في أعدادها وتنوعها ، ثم أختفت كلية في العصر الرئيسي حيناً كانت هناك مرتفعات قارية ، جفاف كبير ، وجليد . الأصداف المسرجية (البراكيوبودا) كانت عديدة خلال الحقب القديم (٤٥٦ حساً) وأقل عدداً في الحقب الأوسط ولكنها تبقى اليوم بموالي ٧٠ حساً ، ٢٢٥ نوعاً . الينجولا الحية تشبه كثيراً ما كانت عليه في العصر الأردوازي ، منذ ٤٠٠ مليون سنة ، وربما يكون أقدم جس حتى من الحيوانات . الشعبة الكبيرة مفصليات القدم كانت ممثلة بالقشريات المائية ، ثلاثية الفصوص ، والسرطانات الملكية في العصر الكمبري . العقارب ، أول حيوانات أرضية تنفس الهواء ، ظهرت في العصر السيلوري . الحشرات المجنحة ظهرت فجأة في العصر الكربوني ، كرت عديدة متميزة ، ولا تملك دليلاً قاطعاً عن أى نوع من مفصليات القدم قد نشأت .

١٣ - ١٢ القناريات

(أنظر الصفحة الأخيرة) . أصل القناريات مجهول بسبب فجوات في السجل الجيولوجي .



شكل ١٣ - ٨ : حفريات ممثلة ؛ قد أزيل نسج الصخر الطافي . على اليسار حوض عظم حفري من الميوسين في نبراسكا ، محسباً على بقايا وحيد القرن وحيوانات أخرى . على اليمين : تجمعات ثلاثيات الفصوص من العصر الطليوني . (اليسار عن المتحف الأمريكي لتاريخ الطبيعة ؛ اليمين ، عن المتحف الوطني (U.S))

البقايا المبكرة من رواسب الماء الحلو ، وكلا تركيب ووظيفة كلية الفقاريات يؤيد مثل هذا الأصل . ومن ثم فإن الجلد شوكتيات ، التي منها قد تكون الحلييات نشأت ، كلها بحرية ، وكثير من علماء الحفريات يؤيد الأصل البحري .

لم توجد بقايا فقارية في الصخور الكمبرية . الطبقات الأردوازية تحتوى على قطع ربما من الأوستراكودرما ، التي كانت أسلافاً لمستديرات القدم ، أدنى فقاريات حية ، بدون فكوك أو زوائد زوجية . الرواسب السيلورية بها كثير من الأوستراكودرما وأيضاً أشواكاً وصفائح من المحتمل للبلاكودرما ، أول فقاريات فكية . عند العصر الديفوني المبكر ، كانت البلاكودرما عديدة ولكن الأستواكودرما أقل عدداً . ولكن على امتداد العصر الديفوني فيما بعد ، ظهر كلا القروش والأسماك العظمية ثم أصبحت عديدة . البرمائيات ، بأطراف زوجية ، هي أيضاً في سجل العصر الديفوني المتأخر . الزواحف ، بلاشك ، بدأت خلال العصر الكربوني لأنه بانتهاء ذلك العصر ، وجدت أنواع عديدة متخصصة . من ذلك الحين فصاعداً ، من العصر الرئيسي إلى العصر الطباشيري ، كانت الزواحف حيوانات سائدة على الأرض ، وفي البحر ، والمياه العذبة . الكثير أصبح كبيراً في الحجم ، مثل البروتورورس ، دينارورس ، وبليزيورورس . جميع الزواحف الكبيرة انخفضت بانتهاء العصر الطباشيري ، تاركة فقط أربع رتب تبقى حتى اليوم . الثدييات الأولى شبيهة الزواحف بدأت في العصر الثلاثي ، والطيور الأولى المعروفة ظهرت في العصر الجوراسي . مبكراً في العصر الرباعي (الباليوسيني) ، ازدهرت الثدييات في تنوع كبير ، مشتملة على كثير من الرتب الموجودة ، وأخرى اختفت منذ ذلك الحين . الأنواع المبكرة قد استبدلت بأنواع أكثر حداثة ، ووصلت الثدييات إلى ذروتها في التنوع في العصر الميوسيني . ومنذ ذلك الوقت ، فإنها انحدرت ، عند ملحوظ أصبح منذئذٍ بنهاية العصر البليستوسيني ، الذي يسبق مباشرة العصر الحالي أو الحديث الذي فيه نعيش .

وعلى ذلك ، فإنه بالرغم من الطبيعة الشظوية للسجل المبكر ، فإن الأنواع الفقارية ، صاعدة العمود الجيولوجي ، تظهر في تتابع زمني ترتبي متوافقاً مع التعقيد التركيبي المتزايد للمجاميع التي تعيش اليوم

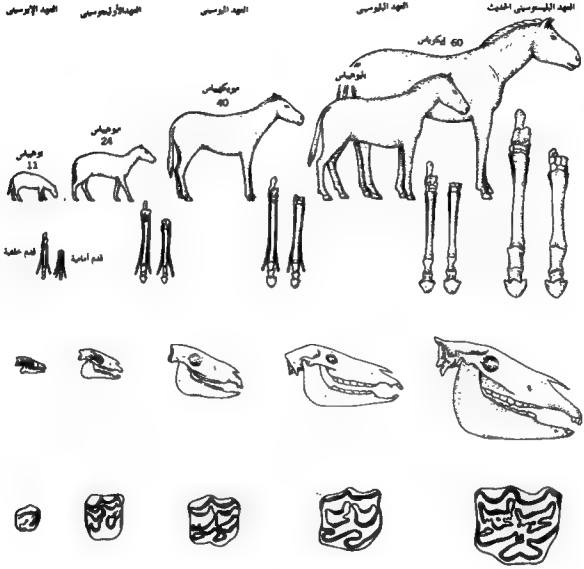
١٣ - ١٣ الحصان

فصيلة الخيول تعطي تقريباً أكثر سجل كلاً للتطور في سلسلة حيوان ما (شكل ١٣ - ٩) ، مؤدياً إلى الحصان الحالي ، الحمير ، والحمير الوحشية من العالم القديم . كثير من نموها السلالي حدث في أمريكا الشمالية ، ولكن الخيول انقرضت هناك متأخراً في العصر البليستوسيني (أو مبكراً في العصر الحديث) ، لأسباب غير معروفة ، الحيلل المتوحشة للولايات الغربية في القرون الأخيرة الأربعة ، اشتقت كلها من جدوع استجلبت وهربت من المستكشفين والمقيمين .

التغيرات الأساسية في الحصاد خلال الزمن تشمل الآتي : (١) زيادة في الحجم من حجم قط إلى

حجم أكبر بعض الشيء من الحصان الحالي ؛ (٢) كبر وإستطالة الرأس أمام الأعين ؛ (٣) زيادة في حجم وثنيات المخ ؛ (٤) طول متزايد ومرونة للرقبة ؛ (٥) تغيرات الضروس الأمامية والخلفية من أنواع ملائمة لرعى العشب لأخرى ملائمة للرعى العام (تنوعات سطحية ، تيجان قصيرة ولها جنور ، مقابل تنوعات مينا كثيرة ، تيجان طويلة ، وعدم وجود جنور) ؛ (٦) استطالة الأطراف للجري السريع ، ولكن مع فقدان الحركة الدوارة والتحام العظام في الرجل الأمامية ليعطى مفصل تمفصلية أفضل ، بجانب دعم الثقل على الكبيرة والزند ؛ (٧) اختزال الأصابع من خمسة إلى أصبع واحد طويل (الثالث) على كل قدم ، مغطى بحافر (غلب) ؛ الأصابع الجانبية تتضائل كزمتين ؛ وأخيراً تبقى عظام صغيرة من الأصبع الثاني والأصبع الرابع كشظايا . تلك التغيرات ، أصبح الحصان حيواناً ثديياً طويل الأرجل ، سريع الجرى ، ملائماً للحياة والتغذى على الأراضي العشبية المفتوحة ، وله أسنان طويلة بحواف مينا كثيرة لطحن الأعشاب الجافة الخشنة خلال حياة طويلة نسبياً .

الأصل الحقيقي للحصان غير معروف . السجل يبدأ بالهيراكوثيرم (يوهيس) في العصر الأيوسيني المبكر لأمريكا الشمالية وأوروبا . لقد كان يقطن الغابات العشبية ، حوالى ١١ بوصة طولاً ، برقة ورأس قصيرين ومجموعة كاملة من ٤٤ سنة صغيرة ذات تيجان قصيرة وجنور ، ولم يكن بها مادة أميائية . القدم الأمامية كان لها أربعة أصابع فعالة ولكن القدم الخلفية بثلاثة فقط ، الأصابع الأول والخامس ممتلآن بشظايا دقيقة . الميوهيس من العصر الأوليوجوسيني كان في حجم الحفوف وكانت له ضروس أطول ولكن ذات جنور ، وثلاثة أصابع فعالة على كل قدم ، الأصابع الجانبية كانت أصغر ، وبقيت شظية واحدة (الخامس) على القدم الأمامية . في العصر الميوسيني ، تمت عدة خطوط (بلراهيس ، موكهيس) ، تشمل الأنواع التي ترعى العشب والتي ترعى رعيًا عاماً . أثناء العصر البليوسيني ، وجدت عدة أنواع مميزة من الخيل (بلويهيس ... إلخ) ترعى في سهول أمريكا الشمالية . البعض انتشر إلى أوراسيا والهند إلى أمريكا الجنوبية ، الآخر أعطى بعض أجناس ذات أطراف قصيرة لم تعيش في إليستوسين . الأصابع الجانبية كانت مختزلة لرمعات لم تلمس الأرض . الضروس كانت أطول ، بجنور قصيرة ، وانتشاء أكثر للمينا ، ووجود مادة أميائية بين التنايا ، أخيراً ، نشأت الخيل المبكرة ذات الأصبع الواحد ، أثناء العصر البليوسيني في أمريكا الشمالية ، وفيما بعد انتشرت إلى جميع القارات فيما عدا أستراليا . في العصر البليستوسيني ، وجد عشرة أو أكثر من إيكوس بمجموع متصلة في أمريكا الشمالية ، كلها اختفت في الوقت قبل التاريخي . تطور الحصان تبع تغيرات معروفة في مناظر العصر الرباعي من الغابات الرطبة إلى الأراضي العشبية الجافة .



شكل ١٣ - ٩ : تطور الحصان . الصف الطوى : تغيرات تدريجية في الحجم والتكوين من الصغير الذى يعيش في الغابات هيراكوليوم (يوهياس) من العهد الأيوسيني إلى النوع الحديث الكبير الذى يقطن السهول إيكورياس (الأعداد بين الارتفاعات عند الأكتاف بالوصة) . الصف الثانى : عظام القدم الخلفى والأمامى ، موضحة اختزالاً في الأصابع الجانبية (أسود مصمت) ، من إيوهياس بأصابع ثلاثة خلفية وأربعة أمامية إلى إيكورياس بالأصابع الثالث فقط فعالاً على كل قدم ، الأصابع الثانى والرابع مختفان بشظيين . الصف الثالث : تهاجم موضحة تغيرات في الحجم والحدود ، وانغلاق البروز خلف الحجابشى . الصف السفلى : أسطح الطحن للطرس الطوى الثانى ، موضحة تقريبا متزاهياً لخط المينا (أسود) . (الصف الطوى مقبض من ر.س. هل : حفریات ، كورنسى الجمعية الجلمعية ، نيويورك ، وآخرون الرسوم الأخرى عن و.د. مالىو ، ١٩١٣ ، دأ . ستورتون ، ١٩٤٠) .

١٣ - ١٤ تطور الإنسان

أنواع كثيرة من الأدلة تبين أن الإنسان هو نتاج التطور . في كل التركيبين الكبير والمجهري ، يشبه جسم الإنسان كثيراً جسم القردة الشبيهة بالإنسان ، ويشبه جسم الرئيسيات الأخرى ، ويشترك كثيراً مع الثدييات عامة (قارن أشكال ٣-٣ ، ٣-٤ ، ٥-٣ ، ٣-٤ ؛ فصل ٢٨) . تشابهات تركيبية مع فقاريات أخرى توجد كل جهاز عضوي ؛ بعض الأعضاء الأثرية في الإنسان قد ذكرت من قبل (شكل ١٣-٦) . على نحو تام ، الخصائص البشرية ، مثل الوضع المنتصب ، الإبهام المقابل ، الوجه الرأس المفلطح ، شعر الجسم الضئيل ، والمخ الكبير هي اختلافات في الدرجة وليس في النوع عن الثدييات الأخرى . كثير من العلاقات في الوظيفة (فسيولوجيا) توازي تلك في التركيب ؛ في كل الإنسان والقردة الشبيهة بالإنسان ، توجد فصائل دم متشابهة ، دم الإنسان يمكن تمييزه بواسطة تجارب المناعة عن دم جميع الأنواع الأخرى فيما عدا القردة شبيهة الإنسان ، وبعض أوليات الفم مشتركة للإنسان والرئيسيات الأخرى . النمو الجنيني المبكر للإنسان يشبه أساساً ذلك بين الثدييات الأخرى (شكل ١٣-٤) ، ويشمل فتحات خيشومية مؤقتة وأقواساً حشوية متعددة (شكل ١٣-٥) . السجل الحفري للإنسان يشمل سلسلة من الأنواع (شكل ٢٨-٧) التي تقترب تدريجياً من شكل الأجناس البشرية الحالية ، سيادة الإنسان فوق جميع الكائنات الأخرى ، تنتج أساساً من أمور العادات ، السلوك ، والخصائص العقلية . وتلك تشمل التنظيم الاجتماعي ، تحويل البيئة لمصلحته الخاصة ، تطور الأدوات واللغة ، والقدرة على نقل المعرفة عن طريق التعليم .

نظريات التطور

أى مجهود لتفسير وجود الكائنات والحفريات يجب أن يوضح أصولها ، تشابهاتها واختلافاتها ، تكيفاتها للأوساط المتنوعة ، وتوزيعها على الأرض . نظريات التطور العضوي تفترض أنه ، منذ بدأت الحياة على الأرض . فإنها كانت مستمرة ، وأن الكائنات التالية قد اشتقت من أنواع مبكرة عن طريق وراثة الاختلافات ، إما كبيرة أو صغيرة ، وتُخت إما بواسطة البيئة وإما بواسطة عمليات بداخل الحيوانات . العمليات التطورية تعتبر بطيئة في العمل وعلى ذلك من الصعب اختبارها تجريبياً .

أساطير عديدة تعزى أصل الإنسان والحيوانات إلى الأفعال الخلاقية لقوات خارقة للطبيعة . حتى القرن الماضي ، اعتقد معظم الأشخاص بما فيهم العلماء أمثال لينيس ، كوفير ، أجاسيز ، وأوين ، أن الأنواع قد خلقت منفصلة ، كوفير ظن أن اختفاء الأنواع الحفرية قد نتج عن سلسلة من الكوارث ، آخرها هو الفيضان المقدس ، وأنه بعد كل من تلك الكوارث ، فإن الأرض كانت تُغطى بواسطة مخلوقات جديدة من أنواع أرق . الاعتقاد في الكوارث قد بُد من الجيولوجي الاسكتلندي تشارلس لايل (١٧٩٧ - ١٨٧٥) ، الذي بين أن العمليات الجيولوجية للتربسب ، والرفع ، والتآكل مستمرة أساساً .

بعض الفلاسفة الإغريق الأوائل ، كان لديهم انطباع غامض عن العملية التطورية ، ولكن أرسطو (٣٨٤ - ٣٢٢ ق م .) ، أول دارس لعلم الحيوان جدير بالذكر ، اعتقد أن الكائنات قد شكلت بواسطة « قاعة مثالية » وأفكاره سادت لمدة قرون . بافون (فرنس ، ١٧٠٧ - ١٧٨٨) كان أول بيولوجي حديث يبنذ مفاهيم الخلق الثاني . إنه اعتقد أن الحيوانات كانت رخوة وأن اختلافات صغيرة ناتجة عن البيئة قد تجمعت لعمل اختلافات أكبر ، وأن كل حيوان في السلسلة التصاعدية للأنواع قد تحول من سلف أبسط منه . إيرازمس دارون (إنجليزى ، ١٧٣١ - ١٨٠٢) ، جد تشارلز داروين ، أضاف النظرية الإضافية ، أن الاستجابات الفعالة للمؤثرات الخارجية قد ورثت .

١٣ - ١٥ لامارك وتوريث الخصائص المكتسبة

النظرية العامة الأولى عن التطور قد طرحت بواسطة جين باهتست دى لامارك (فرنس ١٧٤٤ - ١٨٢٩) ، عالم تشرى ودارس تصنيف . نظريته قد كتبت في ١٨٠١ ونشرت كاملة في مؤلفه الفلسفة الحيوانية (١٨٠٩) . لامارك أدرك استمرارية أساسية في الأنواع المختلفة من الحيوانات ، واعتقد أنه قد وجد نمو تقدمي في الشكل والتركيب . نظريته باحتصار كانت كما يلي : البيئة تؤثر في شكل وتنظيم الحيوانات ؛ الاستعمال المتعدد والمستمر يبنى ويكرر أى عضو ، في حين أنه يعلم الاستعمال الدائم يضعف حتى يختفى في النهاية ؛ جميع الاكتسابات أو الفقدان التي تمت بسبب تأثير البيئة ومن ثم بسبب الاستعمال والاهمال ، تحفظ عن طريق التكاثر .

النظرية قد توضح بواسطة مثالين من أمثلته . الطيور ، حسب ما اعتقد تماماً ، كانت في الأصل أرضية . الطائر الأرضى الباحث عن غذائه في الماء ، يرغب في مد أضعافه لضرب الماء في تحواله . الجلد عند قواعد الأصابع قد يمتد باستمرار ، والحركات العضلية للأرجل تشجع على اندفاع إضافي للدم نحو الأقدام . وتبعاً لذلك ، فإن الجلد قد يكبر ككفشاء بين الأصابع ، كما يرى في البط ، والجمع ، والطيور المائية الأخرى . الإهمال قد أوضحه لامارك بتركيب التبعاد . في الزحف خلال الأعشاب ، جسمه قد يمتد تكرارياً يمر خلال التجاويف الضيقة والأرجل قد لا تستخدم . الأرجل الطويلة قد تعرقل الزحف ، وأربعة أرجل قصيرة قد لا تستطيع تحريك الجسم . الأرجل من خصائص الزواحف ، ورغم ذلك فالثعابين قد اقتدتها . الأعين أصبحت جانبية أو ظهرية لرؤية أفضل حينما يكون الحيوان فوق الأرض ، واللسان تكون كعضو حسي قابل للإبراز ليستكشف الأشياء أمام الثعبان .

لا يوجد دليل يُعول عليه لنظرية لامارك ، ولها تأييد قليل . عضلات الرجل الرياضى تزداد في القوة والعضامة مع الاستعمال المتزايد ، ولكنها تتراجع إذا انقطع التمرين ؛ الأطفال لا يمكن أن يرثوا مثل تلك الخصائص المكتسبة للأب . بتر الذئول في الخيل ، والخراف ، والبدلج لعدة أجيال ، لم يميل تلك التشوهات وراثية . بافلوف مرّن الفئران على أن تأتى نحو الطعام عند سماع صوت جرس ، وأدعى أن محمولات أقل وأقل تلزم كى تعلم الفئران من الأجيال المتتابة ، وماك دوجال قد ادعى

نتائج مماثلة في تمرين الجرذان ، ولكن لا تلك التجارب ولا غيرها التي خططت لاختبار النظرية ، قد أوصلت إلى نتائج مقنعة . هذه النتيجة ليست مفاجئة حينما يتذكر أن كائنًا جديدًا ينمو من خلايا جرثومية لوالديه ، وليس من الخلايا البدنية . الخلايا الجرثومية تُنحى جانباً أثناء نمو الفرد وليست معرضة أو معرضة لتأثير بسيط من خلايا الجسم أو من البيئة (فصل ١٠) .

١٣ - ١٦ داروين ونظرية الانتخاب الطبيعي

تشارلز داروين (١٨٠٩ - ١٨٨٢) عالم تاريخ طبيعي إنجليزي منجى مجتهد ذو رؤية متسعة كرجل صغير السن ، فقد خدم (١٨٣١ - ١٨٣٥) في التاريخ الطبيعي على « البيجل » باخرة . اكتشفت أمريكا الجنوبية ، جزر جلاباجوس ، ومناطق أخرى . من مذكراته المفصلة ودراساته ، كتب داروين في أعمال ممتازة عن الأطومات ، الحفريات الثديية ، الجيولوجيا ، والشعب المرجانية . حقائق توزيع الحيوانات والعلاقات بين الحيوانات الحية الحفريات المدروسة من رحلاته ، أرشدته إلى أن يتأمل أصل الأنواع ، بدأ داروين في أخذ مذكرات عن الموضوع في ١٨٣٧ ، وفي العام التالي قرأ مقالة مالثوس عن السكان ، حيث أوضح كيف أن السكان تزداد بمعدل هندسي حتى يتعرضوا الإمداد محدود من الطعام . عن ذلك كتب داروين ، « كون الحيوانات والنباتات معدة جيداً من أجل الكفاح للبقاء الذي يستمر في كل مكان ، من خلال ملاحظات طويلة مستمرة لعاداتها فلقد صدمني في الحال أنه تحت هذه الظروف تميل التغيرات الملائمة إلى أن تحفظ وعبر الملائمة إلى أن تتلاشى نتيجة ذلك سوف تبدأ نشأة نوع جديد هنا حصلت أخيراً على نظرية للعمل بها » في ١٨٤٤ كتب داروين ملخصاً عن نظريته ولكنه استمر في جمع البيانات من البحوث الأصلية والملاحظات بنفسه وبواسطة عدة أشخاص آخرين . وفي نفس الوقت ، فإن ألفريد راسل والاس (١٨٢٣ - ١٩١٣) عالم تاريخ طبيعي إنجليزي آخر ، أثناء دراسة القونا والفلولا الفنية في أرخبيل الملايو ، وصل إلى نتائج مشابهة بسرعة ومستقلاً عن داروين . بعض أفكار رد الفعل عند داروين نجدها في خطاب كتبه إلى صديقه ، سير تشارلز لايل ، في يونيو ١٨ ، ١٨٥٨ : « لم أر أبداً توافقاً أكثر مفاجأة ؛ لو أن والاس كان لديه مسودة البحوث الخاصة في المكتوبة في ١٨٤٢ ، ما كان ليعمل خلاصة قصيرة أفضل من ذلك ! حتى مصطلحاته تقع الآن كأساسيات لفصول ... وعلى ذلك ، فإن كل إبداع ، مهما يساوى ، سوف يُحطم ، حتى كتاب ، لو كان له في أي وقت أية قيمة ، سوف لا يفسد ؛ إذ أن كل العمل يتكون من استخدامات النظرية . » إندفاع داروين الأول كان نحو التراجع لصالح والاس ، غير أن الجيولوجي تشارلز لايل وعالم النبات جوزيف هوكر أغريه أن يعد ملخصاً عن نتائجه ، ذلك الملخص الذي نُقِلَ ، بجانب مقالة والاس ، في اجتماع جمعية لندن للينين في أول يوليو ١٨٥٨ . وفي عام ١٨٥٩ نشر داروين نظريته في كتاب بعنوان « عن نشأة الأنواع بواسطة الانتخاب الطبيعي ، أو حفظ الأجناس المنتقاة في الكفاح من أجل الحياة » .

كان ذلك واحداً من أكثر الكتب أهمية في القرن التاسع عشر . ويتكون من (١) دلائل مستفيضة من حقيقة التطور ، (٢) براهين على الانتخاب الطبيعي كعملية مبدأ التطور لم يكن مبدئياً مع

داروين ، ولكن عرضه المقنع سرعان ما اكتسب تأييد العلماء والمديد من الأشخاص العاديين . وبإعلان النظرية ، استمر الهجوم غير العلمي على « الداروينية » حتى بعد وفاة داروين . وفي نفس الوقت بدأ بحث علمي كبير عن حقائق إضافية للتحامل على النظرية ، وكان هناك تصور كبير عن الانتخاب الطبيعي .

جوهر نظرية داروين كما يلي :

- ١ - اختلافات من جميع الدرجات موجودة بين الأفراد والأنواع في الطبيعة .
- ٢ - عن طريق المعدل الهندسي للزيادة ، تميل أعداد كل نوع أن تصبح كبيرة للغاية ؛ وبرغم ذلك فإن مجتمع كل نوع يبقى ثابتاً تقريباً ، لأن كثيراً من الأفراد يتخلص منها تحت عوامل مختلفة من المناخ والمنافسة
- ٣ - هذا يستلزم كفاحاً للبقاء ، الأفراد التي لديها اختلافات غير ملائمة للأحوال المعينة في الطبيعة يقضي عليها ، في حين أن تلك التي لها اختلافات ملائمة سوف تواصل البقاء والتكاثر .
- ٤ - وعلى ذلك فإن عملية انتخاب طبيعي تكون فعالة ، وتسبب :
- ٥ - البقاء للأصلح .

١٣ - ١٧ الاختلاف

بين الحيوانات التي تتكاثر جنسياً ، لا يوجد فردان (باستثناء التوائم المماثلة) متشابهان تماماً . أفراد كل نوع تختلف في الحجم ، النسب ، اللون ، التركيب الخارجي والداخلي ، الفسيولوجيا ، والعادات . داروين أدرك حدوث الاختلافات واسعة الانتشار ؛ نظريته تفترض تلك الاختلافات ولكنها لا تفسر أصولها . في وقت داروين ، كانت قوانين الوراثة (فصل ١١) غير معروفة ، وغالباً لم يستطع أن يميز الاختلافات الموروثة ، التي هي وحدها الهامة في التطور ، عن الاختلافات غير الموروثة التي تنتج عن الاختلافات في الطعام ، درجة الحرارة ، أو العوامل البيئية الأخرى . داروين وجد أن الحيوانات المستأنسة والنباتات تكون أكثر اختلافاً في كثير من النواحي عن الأنواع البرية . وقد عرف أن الإنسان قد أنتج أجناساً مستأنسة كثيرة بواسطة الانتخاب الصناعي ، أو تربية الأفراد الذين لهم إختلافات موروثة (خصائص) مفيدة لاحتياجات الإنسان ؛ أيضا عرف أن المربين العاملين قد كونوا وحسنوا السلالات العديدة من الدواجن والمواشي والدواب ، وتنوعات من النباتات المتعمدة ، بواسطة التجميع التدريجي للاختلافات الصغيرة الوراثية ولكن المفيدة ، خلال أجيال عديدة متتابعة . وقد اعتقد داروين بحق أن جميع السلالات المستأنسة لنوع ما ، في معظم الحالات ، قد اشتقت من نوع سلفي برى - جميع سلالات الأرانب من الأرنب الأوروبي الرمادي وجميع الدواجن المستأنسة من دجاج الغابات الهندي . كثير من هذه السلالات تختلف الآن كثيراً

عن بعضها البعض في المظهر ، لدرجة أنها ، إذا وجدت في البرية ، فإن أى دارس حيوانى سوف يصنفها كأنواع متميزة والبعض الآخر كأجناس مختلفة ؛ غير أن السلالات المستأنسة لنوع ما ، يمكنها كلها أن تتزاوج مع بعضها البعض وتنتج ذرية خصيبة . وكون داروين أوضح التنوع المتسع للأجناس المستأنسة التى تنتج من جنوع سلالية بواسطة انتخاب اختلافات صغيرة ، فإنه افترض أن الاختلافات الصغيرة الموروثة في الأنواع البرية كانت هي مواد عملية التطور في الطبيعة .

١٣ - ١٨ المعدل الهندسى للزيادة

كل أشكال الحياة لها إمكانية الزيادة السريعة . الحيوان الأولى برامسيوم (٠.٢٥ مم طولاً) يمكنه أن ينقسم بالانشطار حوالى ٦٠٠ مرة في السنة . إذا عاشت كل الأفراد الناتجة واستمرت في الانقسام ، فإن حجمها الكلى بعد بضعة أشهر قد يفوق حجم الأرض . ذبابة الفاكهة ، دروسوفلا ، تكمل دورة حياتها من البيضة إلى البيضة في ١٠ إلى ١٤ يوماً ، وكل أنثى قد تضع ٢٠٠ بيضة أو أكثر . في ظرف ٤٠ إلى ٥٠ يوماً ، لو أن جميع النجاج عاش وتناسل ، فإن عددها قد يصل إلى ٢٠٠ مليون ؛ أثناء صيف واحد ، فإنها قد تصل إلى أعداد فلكية . داروين اعتبر أن الفيل يتناسل عند ٣٠ عاماً ويعيش حتى ١٠٠ عام ، كل أنثى تنتج ٦ صغار فقط ؛ في ٧٥٠ سنة حوالى ١٩ مليون قد تكون حية .

الحرد البنى ، العصفور الإنجليزي ، ثقابة القمح في الولايات المتحدة والأرنب الأوروبى في استراليا ، كلها أمثلة لأفات قد تضاعفت إلى حد ما في المحافظة على إمكاناتها النظرية حينما تُحلب إلى بيئات جديدة ملائمة . كوارث من حشرات محلية وقران المروج تنتج في أوقات حينما تكون الإمدادات الغذائية الوفيرة ميسرة فجأة ، والحيوانات المفترسة نادرة ، أو عند وجود عوامل أخرى تمكن الأفراد من التكاثر والنضوج بسرعة .

١٣ - ١٩ الكفاح للبقاء

ولكن في ظل الظروف العادية ، لا تتكاثر الحيوانات بالمرءة إلى مثل هذه الأعداد المبنية أعلاه . أفراد معظم الأنواع تميل إلى أن تبقى متوازنة نسبياً بسبب عدة إنضباطات (فصل ١٢ . شكل ١٢ - ٥) . يوجد قصور في إمداد الطعام ، المأوى ، وأماكن التناسل ؛ أفراد نوع ما تتنافس مع بعضها البعض على تلك الضرورات وأيضاً مع الأنواع الأخرى ذات الاحتياجات المماثلة ؛ التجمع الكبير لأى نوع سرعان ما يحارب بواسطة الحيوانات التى تفترسه ، وهو مجال خصص للطفليات والأمراض . « الكفاح للبقاء » ليس دائماً معركة مثيرة ، كما في حالة أرنب بحلول أن يهرب من ثعلب ، بل عملية استمرارية في الطبيعة تستلزم عدة عوامل ، كل منها يُنحى بعض الأفراد . وهى تعمل عند أى طور في دورة حياة النوع ، من البيضة التى قد تفشل في أن تُخصب ، خلال النمو الجنينى ، الأطول الرقية ، وحياة البلوغ . أى حيوان فرد يكون « ناجحاً » في الكفاح للبقاء إذا ما عاش لوقت كافٍ كى يتكاثر بنوعه .

١٣ - ٢٠ الانتخاب الطبيعي

افترض داروين أنه في الكفاح للبقاء ، تبقى الأفراد ذات الاختلافات الملائمة قليلاً التي تمكنها من مواجهة ظروف الحياة بنجاح كبير وتكثر نوعها ؛ وقد سمي هيربرت سبنسر هذه العملية « البقاء للأصلح » . في ظل هذا النوع من الانتخاب الطبيعي ، فإن الأفراد الذين يفتقرون إلى مثل هذه الاختلافات سوف تهلك أو تفشل في أن تتناسل ، حتى أن الصفات التي تحملها سوف تنحى من المجتمع . في الأجيال المتعاقبة ، سوف تستمر العملية وتسبب حيوانات متكيفة تدريجياً مع أوساطها بصورة أكثر كلاً . مع تغير في الأحوال البيئية ، سوف يكون هناك تغير في نوع الصفات التي تكون لها قيمة بقاءية في ظل الانتخاب الطبيعي . النوع في بيئة متغيرة أو النوع الذي كان قد هاجر إلى بيئة جديدة ، سوف يتغير تدريجياً حتى يلائم الأحوال الجديدة . الحيوانات التي تفشل في تكوين اختلافات جديدة ملائمة تحت ظروف بيئية معينة ، سرعان ما تنحى . بهذه الطريقة ، اعتبر داروين تكوين التكيفات من أى نوع ، هي « أصل النوع » في الأوساط المتغيرة أو الجديدة ، وهي أيضاً اختفاء النوع في الأزمنة الجيولوجية الغائرة . الجراد من جماعة نوع ما اللذان علمنا أن يواجهوا أحوالاً تختلف بسيطاً ، سوف يميلان إلى أن يتعادلا عن بعضهما وفي وقت ما سوف ينفصلان ، أولاً إلى تحت أنواع باختلافات صغيرة ، وفيما بعد - حينما ينعزلان عن بعضهما - إلى أنواع لا يمكنها التزاوج . استمرارية مثل هذا التباعد سوف تؤدي مع الوقت إلى إنتاج أنواع أخرى كذلك ، وبالتالي إلى اختلافات أوسع (على مستوى الجنس ، العائلة ... إلخ) . وبهذه الطريقة ، اعتبر داروين العدد الكبير من الأنواع والمجموعات الأكبر من عالم الحيوان أنها قد تكونت خلال الأمد الطويل الزمن الجيولوجي .

معظم البيولوجيين يقبلون نظرية داروين كأحسن تفسير عام للتطور . وهم يختلفون أساساً في فهمهم التالى الأفضل لبعض العمليات البيولوجية الأساسية المستخدمة ، والتي لم تكن معروفة في وقته ، ولكن عرفت بالبحوث التالية . التفسير الحديث ، المبني على معرفة حديثة ، يسمى « الداروينية الحديثة »

١٣ - ٢١ نشأة الاختلافات الموروثة

لقد أدرك داروين بوضوح أن الاختلافات الموروثة توجد في كل الحيوانات البرية والمستأنسة ، ولكن لم تكن لديه المعرفة عن كيفية تكوينها أو الطريقة الصحيحة التي بها تورث . (قوانين مندبل الدقيقة ، رغم نشرها في ١٨٦٦ ، إلا أنها لم تكن شائعة حتى ١٩٠٠) . ولكن بدءاً من حوالى ١٨٧٥ ، بدأ البيولوجيون في دراسة العمليات في الخلايا الجرثومية وعلاقتها بالتكاثر ؛ وقد أعطى انتباه دقيق بسيط فيما بعد إلى النسل التجريبي . وسرعان ما تكونت ثروة من المعرفة الجديدة أعطت فهماً واضحاً لطريقة نشأة الاختلافات الموروثة ، ولطرق سريانها من جيل إلى جيل . في السنوات الحديثة ، اصطبغ التناسل التجريبي بدراسة التغيرات المتقاربة في الخلايا الجرثومية ، تلك

المجالات ترتبط في علم « الوراثة الخلوى » . تفاصيل سلوك الكروموسومات والعمليات الجينية ضرورية لفهم بعض العمليات التطورية . النقاط الأساسية هي كما يلى :

١ - عمل الكروموسومات في ترتيب خطى الجينات المستولة عن تكوين الخصائص في الفرد .
٢ - الانقسام الاختزالي يفصل أعضاء الازدواج الكروموسومية المتجانسة ، وينصف العدد الكلى لكل مشيخة (أنظر فصل ١٠) .

٣ - الإخصاب الاتحاد العشوائى لمشيختين من جنس مختلف ، يجلب تشكيلتين من الكروموسومات (وعليه من الجينات) من أبوين ، محدثا إنتاج أفراد ذات اتحادات جينية مختلفة (أنظر فصول ١٠ ، ١١) .

٤ - تحدث طفرات (تغيرات) في الجينات ، وإعادة ترتيب للكروموسومات ؛ وكلاهما يسبب تغيير تصنيف الجينات (ومن ثم الخصائص) التى تمر إلى الأجيال التالية (فصل ١١) .

٥ - أثناء الإنقسام الإختزالي ، يمكن أن تزداد مادة الكروموسومات : (أ) قطعة من كروموسوم قد « ترجم » مرتين عند استخراج نسخة مطابقة ، مضاعفة جيناً واحداً أو أكثر ؛ (ب) جزء من كروموسوم قد يُنقل إلى كروموسوم آخر غير متجانس ؛ الجينات المنقولة تدخل في مجموعة ارتباط جديدة وبالتالي تصنف مستقلة عن مضاداتها ؛ (ج) كروموسومات زوج متجانس قد تفشل في الانفصال عند تشابك (عدم انفصال) ، مسبباً تكوين مشيخة ذات كروموسوم زائد أو أكثر ؛ (د) قد يحدث تعدد الكروموسومات ، مضاعفة عدد الكروموسومات ، (شائع في الباتات ، نادر في الحيوانات) .

كثير من الطفرات المستكشفة أولاً في السلالات العملية للدروسوفيل تعرف الآن بأنها تحدث في المجتمعات البرية . على التقيض ، الطفرات « السوداء » و « الفضية » للثعلب الأحمر ، المعروفة أولاً في الطبيعة ، موجودة الآن في الثعلب التى تروى في الأسر في مزارع الفراء ، حيث لا زالت طفرات أخرى قد تم إكتشافها . من تلك وسجلات عديدة أخرى ، يبدو الآن محتملاً أن طفرات جديدة تظهر باستمرار في الطبيعة وأن مجاميع الأنواع غير متجانسة بدرجة عالية . ومن ثم ، فإن هذه الأحوال ، تسبب مجالاً متسعاً من اختلافات وراثية في الأنواع البرية . قد يصبح أى اختلاف معين خاصية ثابتة في نوع ما ، يتوقف ذلك على حجم الجماعة ، ودرجة انزوال أو انفصال مجاميع صغيرة من الأفراد ، وعوامل أخرى .

الطفرات المختلفة قد تكون مفيدة ، متعادلة أو ضارة . الكمية الضخمة من البيانات التجريبية (بصفة هامة من الدروسوفيل وبعض النباتات) تبين بأن معظم الطفرات الموجودة ضارة أو متعادلة . الطفرات المفيدة للإنسان معروفة جيداً بين الحيوانات المستأنسة ونباتات المحاصيل . في الأنواع البرية ، تبدو الطفرات ذات القيمة التكيفية العالية نادرة ، غير أن ذلك متوقع ، حيث أن أية طفرات تظهر من المحتمل أنها سرعان ما تندمج في المركب الجينى للنوع لمصلحته . ولكن كثيراً من

الجينات الضلوة مُدمرة ، فقط حينما تكون متجانسة (كتلك ذات الصفات الميتة) ، في الحالة غير المتجانسة ، مقترنة بمتضاداتها العادية ، فإن الغالبية ليس لها تأثير غير ملائم . الخاصية التي تكون ضارة بنفسها أو تحت مجموعة من الأحوال البيئية ، قد تكون مفيدة بالاعتماد مع أخرى أو تحت ظروف مختلفة . في الحقيقة ، بعض البيانات التجريبية تبين أن صفتين ، كل منهما ضار عندما تكونان على انفراد ، ولكنهما يصبحان مفيدتين إذا اتحدتا .

١٣ - ٢٢ تغير الجينات والانتخاب الطبيعي

إعادة اتحاد الكروموسومات والطفرات تسبب في تكوين جماعات ذات تجمعات متغيرة من الصفات القديمة وبعض الصفات الجديدة ، وعليه تزيد قابلية التغير الكلية . وعلى النقيض من ذلك ، فإن الانتخاب الطبيعي يعمل في اتجاه تضيق قابلية التغير النوعية بالتخلص من الصفات التي تكون غير متكيفة أو غير ذات قيمة للبقاء . التأثير الكلى الذى يفرضه الوسط الفيزيقي والبيولوجي على الأفراد هو « حجاب » الانتخاب الطبيعي - وهو يمرر أو يسمح لتلك الملائمة جيداً أن تبقى وينحى الكلى الآخر . التكاثر الجنسي يؤدي إلى مضاعفة زائدة للأفراد (معدل هندسي للزيادة) ، والظواهر الخلوية في الطفرات الجينية ، إعادة ترتيب الكروموسومات ، والإخصاب تضيق إلى قابلية التغير ؛ ثم تُحجب تلك المصادر الكثيرة بواسطة الانتخاب الطبيعي .

١٣ - ٢٣ التكيفات

جميع الحيوانات والنباتات ملائمة للبقاء في الأوساط التي تقطنها . تختلف درجة التكيف في المجموعات المختلفة ، البعض متكيف بدقة أو بإحكام ، والبعض الآخر معمم تماماً . التكيفات عموماً تستلزم اتحاداً للخصائص - التركيب ، الفسيولوجيا ، السلوك ، وأسلوب الحياة . نحل العسل (فصل ٢٢) يوضح كثيراً من التكيفات مثل أجزاء الفم الماصة للحصول على الرحيق ، الشعر والفرشاة المستخدمة في جمع حبوب اللقاح ، إنتاج الشمع وإفراغه في قوالب كمأوى للطعام والصغار ، والنمط المعقد للطباع في ثلاث فرق في مستعمرة إجتماعية . هو نوع عام ، قادر على عمل أشياء كثيرة بطرق متعددة وعلى العيش في أوساط متنوعة . الجرذ البنى معمم بدرجة كافية ليعيش بنجاح في تنوع متسع من الأحوال فيما يخص المناخ ، المأوى ، والطعام . وعلى النقيض ، فإن الخلد الأوروبي ، متكيف بدقة للحياة في الأرض ، بأسنان رفيعة للإمساك بالديدان ، الأعين مغطاة والأذان مختلة ، أطراف أمامية قصيرة بكعوف ضخمة تعمل كمخالب ثقيلة للحفر و « السباحة » في التربة ، وفراء قصير قابل للقلب ، الذى لا يتغير بتحريكه أماماً أو خلفاً . الثدييات المختلفة تبدى تحورات تكيفية في الأسنان للأنواع العديدة من الطعام (شكل ٢٧ - ٧) ، ومنقير الطيور متكيفة بالنسبة لطباع التغذية عندها (شكل ٢٦ - ٦) . أمثلة أخرى بارزة تظهر في العديد من الطفيليات التي يمكنها أن تعيش في نوع واحد من العائل ، وفي البعض الآخر ، مثل طفيل الملاريا والدودة الكبدية ، التي لا بد وأن تتبادل بين عائلين معينين لتكامل دورة حياتها (فصول ١٥ ، ١٧) . الإشعاع التكيفي يرى في

التدييات الكيسية في استراليا التي قد « تشعبت » في أنواع مختلفة تجرى ، تقفز ، تسلق ، تحفر ، أو تنزلق . التقارب التكيفي يحدث غالباً حينما تأتى حيوانات من مجاميع مختلفة لتعيش في موطن مشترك . القوارب الكبيرة في المحيط ، من القروش إلى التدييات (شكل ١٣ - ١٠) ، جميعها لها أجسام إنسيابية وزعانف وأطراف مجدافية الشكل ، تمكنها من السباحة بكفاءة أكبر ، مثل تلك الصفات التكيفية تضاف إلى الصفات الأساسية التي تجعل القرش سمكة غضروفية والفقمة حيواناً ثديياً .

كثير من الصفات التكيفية للحيوانات وقائية بطرق متعددة - بالتركيب ، الوظيفة ، والتلون . الأصداف في المدرع ، السلحفاة ، ومعظم الرخويات ، وأشواك الشبم (أبو شوك) هي تكيفات تركيبية واضحة تحمى أصحابها . اللدغ في النحل والدبابير والسّم المطلق من الغدد الجلدية للعلجوم والبرمائيات الأخرى هي أمثلة للتكيفات الفعالة التي تؤدي غرضاً مماثلاً .

ألوان الإخفاء في الحيوانات هي نوع آخر للتكيف الوقائي . كثير من الحيوانات تشبه إلى حد ما الأرضية التي تعيش عليها ، والتي تجعلها أقل تعرضاً للمهاجمة من الأعداء (شكل ١٣ - ١١) . الحيوانات المفترسة أيضاً قد تندمج مع بيئاتها ، وبذلك تختفى عن أنظار فريستها ، الأرانب البرية ، ابن عرس قفلا المناطق الشمالية البعيدة ، تسلخ في أغشية يضاء حينما تغطي الثلوج بيئاتها ؛ القطا المطوق له نمط ملون يندمج مع الأرضية المورقة لموطنه في الغابات . كثير من البلانكتون اللاقارية ويرقات الأسماك تكون شفافة . الحشرات التي تسكن لحاء الشجر تكون عادة منقطة بألوان الأرضية التي تعيش فوقها . تلك وأخرى كثيرة هي أمثلة للتنمية ، أو التلون الخفي حيث يختفي الحيوان عن الأنظار فيما عدا عندما يتحرك .

التخفى قد يستلزم أكثر من نظير لون بسيط . التظليل المعادل يلزم غالباً ليبطل ظهور الشكل الناتج عن السطح العلوي الإضاءة والسطح السفلي المظلل . النمط قد ينهى الوضوح ويؤخر تمييز الشكل عن طريق جعل حدود الذيل ، الزعانف ، الأجنحة ، الأطراف ، الأيمن غير واضحة وكذلك التركيبات الأخرى المميزة . علامات متفرقة تكون غالباً واضحة ومتباعدة وتقطع حدود الشكل الخارجي وهي فعالة بوضوح مقابل الأرضية الملونة .

علامات براقة خاطفة هي علامات واضحة تظهر فجأة ثم تختفي فوراً . وهي قد تساعد على حماية حيوانات الصوبة حينما تتحرك بسرعة . العلامات تركز الانتباه ولكن بصورة سرعان ما تختفي . الحيوان المفترس ، وبالأخص لو كان عديم الخبرة ، قد يسعى وراء الشكل واللون الذي يراه فرة وجيزه . مثل هذه العلامات قد تكون على جزء مستهلك . أمثلة ذلك ، ويسن الذيل الخارجي الأبيض لبعض الطيور ، وأجنحة الطيران الزاهية اللون للجراد . أسراب الأسماك فضية الجوانب تنتج وهجات مبركة إذا هو هجمت ، حيث أن الأفراد في لحظة تقوم على جواناتها .

تلون التحذير ينسب إلى بعض أنواع أبو دقيق والحشرات الأخرى ، التي تعتبر كريمة للحيوانات المفترسة فهي « تعلن » عن مذاقها الكرية . النحل والدبابير ذات اللدغات القطة تعلم غالباً بوضوح

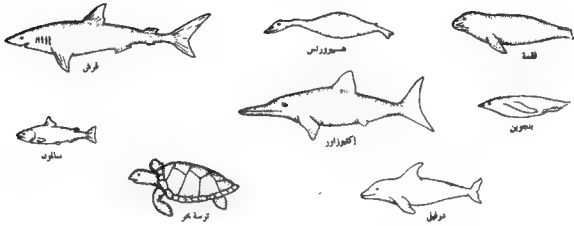
باللون الأسود والأصفر . بعض الرخويات عاريات الخيشوم ذات ألوان زاهية وعادة كريمة المناق للحيوانات المفترسة . علامات وحاجة قد تحدد العين (سميريش أوسيلاتاس) فإنه يفرد أجنحته الأمامية مبنياً علامات واضحة تشبه العين فوق الأجنحة الخلفية ذات اللون الأحمر الزاهي ، تلك العلامات التي تحثف بعض الأنواع من الطيور . الثعبان مطوق العنق (ديدافوفيس) ، الكمية إلى بعض الحيوانات المفترسة ، يلف ذيله فجأة إذا أثير ، مبدئاً لوناً أحمر زاهياً على السطح السفلى . النطاط البرجوميوفيدى (ييماتس) يفرد أجنحته الخلفية ذات الألوان الزاهية وفي الوقت نفسه يخرج إفراز طارد من غدد على ظهره . الوضع الانحنائى للمجموع نارى بالبطن (بومبانا) والثبوت (تاريكا) يوضح في لحظة الألوان البطنية الزاهية لتلك الحيوانات السامة .

في كثير من الحالات تشبه الأنواع الضارة أو لذينة المنطق الأنواع الأخرى اللادعة أو كريمة المناق . أبو دقيق نائب الملك يحاكي أبو دقيق الملكى الذى يكون غالباً كريمة المناق (وبعد القراية) (شكل ١٣ - ١٢) ، وبعض الفراش ، الخنافس ، والذباب تدو أنها قد نسخت أنواعاً مختلفة من الدبابير . بعض الخنافس طويلة القرون (كرامايسيدى) تشبه الدبابير في الشكل واللون ، ويحوم حول الأهار بطريقة الدبابير . أبو دقيق لأفريقى (بايلبودارداناس) يطابق في اللون والشكل ثلاثة أنواع كريمة الرائحة من أبو دقيق تعيش معه ، تنتج ثلاثة أشكال واضحة من الإناث من زوج واحد من الأبوين .

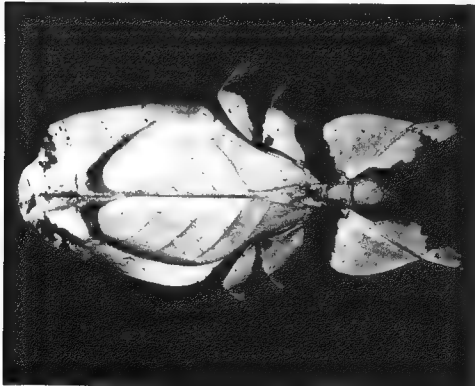
بعض الحشرات تبدى تشابهاً وقتياً للأشياء غير الحية في أوساطها . بعض يرقات العث تبدو كثير الشبه بأفروع الأشجار التي تعيش فوقها ، وذلك في اللون ، الشكل ، والوضع عند الراحة ، وبعض الحشرات اعصية التي تمشى (أوروثيرا) تشبه الأفرع الميتة أو الخضراء وأخرى تشبه الأوراق .

علامات التمييز وإشارات أخرى تكون غالباً هامة في التواصل بين أفراد النوع الواحد بين الجنس ، الأبوين ، والنسل أعضاء القطيع ، المنافسين .. إلخ . وتتراوح العلامات من بارزة بوضوح مثل علامات بعض الحشرات ، أسماك الشعب ، ذكور الطيور المفردة ، إلى دقيقة إلى حد كبير ، مثل الاختلافات في لون حلقة العين في بعض طيور النورس .

بعض التكيفات تتطور على امتداد فترات طويلة من الزمن ، ولكن توجد بعض الحالات الحديثة للانضباط السريع . لعدة سنوات ، أثبت غاز حامض هيدروسيانيك (يدك ن) نجاحه في السيطرة على الحشرة الحمراء (فصيلة الحشرات القشرية) على أشجار الليمون في جنوب كاليفورنيا ، ولكن في عام ١٩١٤ فإن جرعة التبخير القياسية أصبحت غير كافية في إقليم واحد ، وفيما بعد في أماكن مجاورة . الفحوص التي أجراها كويل وآخرون أوضحت أنه يوجد سلالتان من الحشرة ، واحدة مقاومة للسيانيد والأخرى غير مقاومة . عند تركيز معين للغاز ، يبقى حياً ٤٥٪ من الأولى فقط ٤٪ من الأخيرة . تزواج السلالتين أوضح أنهما يختلفان في جينة واحدة مرتبطة بالجلوس لمقاومة يدك ن وبالمثل ، ظهرت مجموعات مقاومة بعد سنوات من التنظيم بالرش في آفات تجون أخرى وفي يرقات فراش التفاح . استخدام ال د.د.ت للسيطرة على الآفة بدأ في أواسط الأربعينيات ، وسرعان ما ظهرت المقاومة بين ذباب المنزل في ١٩٤٦ ، وبسرعة بين البعوض والحشرات الأخرى . في



شكل ١٣ - ١٠ : فقاريات محيطية - من القروش إلى الثدييات - موضحة تقارباً تكيفياً للسباحة ، بأجسام إنسيابية وزعانف أو أطراف مجعدالة الشكل .



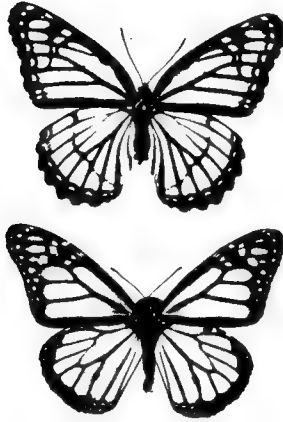
شكل ١٣ - ١١ : حشرة الأوراق (غلليم) من سيلان ، موضحة تشابهاً وظيفياً وأوراق الشجر الأصفر عروق ، على الأرجل الأمامية والأجنحة ، حواف بالية ، وقبع فطرية « مغيرة اللون » .

١٩٦٨ ، كان معروفاً في ١٢٧ آفة زراعية ، ٩٧ وفي تلك التي لها أهمية بالنسبة للصحة العامة للإنسان والحيوان الاجتباب السلوكي تطور في بعض بعوض الملاريا الذي يبقى عادة في المنازل . ذلك الذي يعيش في الداخل قد قتل بواسطة الـ د. د. ت. ولكن سلالات باقية خارج المنازل نمت في جواره ، المكسيك . وبها . المقاومة تكون عموماً بواسطة انتخاب الجينات التي تنتج الأنزيمات القادرة على إزالة السم .

برامج السيطرة على الآفات تختبر مثالية في سرعة تطور المقاومة ، غالباً في أجيال قليلة . المناطق المستعملة تعطى جرعات كبيرة ، تقتل معظم الأفراد المعرضين . إذا كانت المادة قصيرة الحياة ، فإن الاستخدامات المتكررة تكون متعددة ، وبذلك فإن الحشرات الممطرة تُنقل من منطقة كبيرة مدة طويلة تسمح للأفراد القلائل المقاومين الذين يقعون على قيد الحياة كي تتضاعف وتنشئ مجتمعاً جديداً . الأنواع التي لها أكثر من جيل في السنة ومعدل تكاثر عال تتكيف بسرعة أكبر . ذبابة الرمل في المستنقعات المالحة طورت المقاومة للدلدين بعد ثلاثة استخدامات بمعدل رطل لكل فدان . بعض الأسماك والبرمائيات قد كونت مقاومة ضد المبيدات الحشرية ، ولكن مع نسل سنوي قليل فقط ، فإنه يلزم فترة أطول .

في هذه الأحوال ، فقد استخدم الإنسان عاملاً جديداً مختاراً لإدخال قابلية التعرير التي تتضمن جينات لكل من المقاومة واللامقاومة .

وثمة إنضباط سريع إلى حد ما ، وهو « التعقيم الصناعي » (أو إظهار) بين الفراش في مناطق المصانع في إنجلترا ، ألمانيا ، والأقطار الأوروبية الأخرى . الفراش يستريح نهراً فوق جذوع وفروع الأشجار حيث تمزج ألوانها في الأصل مع الأرضية الشاحبة للعلف والألوان الخفيفة للأشنة . الأشنة حساسة للملوثات الجوية وتموت إذا زادت الأدخنة والسنج . إظهار الأشجار ينتج عن موتها وتراكم السنج . السلالات الداكنة لأنواع عديدة من الفراش ازدادت في العدد وأخيراً حلت جميعها محل المجموعات الشاحبة اللون . النوع الداكن من الفراش (يستون بتولاريا) كون فقط ١٪ من الجماعة بالقرب من مانشستر ، إنجلترا ، في ١٨٤٨ ، ولكنه زاد إلى ٩٩٪ في ١٨٩٨ . الآن ٨٠٪ داكنة في المناطق الشرقية المسودة بدخان المصانع ، في حين أنه ترى فقط طفرة داكنة من آن لآخر في أراضي الغابات بالجنوب الغربي من إنجلترا ، الأراضي المرتفعة الاسكتلندية ، أو أيرلندا . أوضحت التجارب الحقلية التي أجراها كتل ول وتبرجن أن التغذية المتقاة بواسطة صائدة الذباب المنقط ، كاسر الجوز ، طائر أبو الحناء ، طائر الذج وطيور أخرى ، مسئولة عن هذا التغير المدهش في الجماعة أكلت الطيور أفراداً داكنة مميزة عددها ست مرات عدد العينات الشاحبة الملونة وقائياً والتي أطلقت في غابة نظيفة في دورست بإنجلترا . التقيض حدث في غابة مسودة بالمهباب بالقرب من برمنجهام ، حيث أخذت أفراد باهتة اللون عددها ثلاثة أمثال الأفراد داكنة اللون .



شكل ١٣ - ١٢ : الهويه والشابه الوقائي . فراشة نالبي الملك (يمينيس أرشيبياس) إلى أعلى ، تتكرر في شكل الفراشة الملكية دانواس بلكسيبياس إلى أسفل .

١٣ - ٢٤ التكيف السابق

من بين ذخيرة قابلية التغير لأي نوع ، توجد صفات عديدة ليست لها فائدة في وسطه المباشر . مثل تلك الصفات قد تزيد التكيفية الفعالة للنوع نحو الظروف الجديدة . مثال ذلك ، مع التغير لمناخ بارد ، فإن نوعاً ما ، ذا القدرة على تكملة دورة حياته أثناء فصل مو قصير ، سوف يكون قادراً أن يعيش أو أن يفزو مناطق فيما وراء مده الأصيل . النوع يكون سابق التكيف إذا كان قادراً أن يعيش تحت ظروف لم يتعرض لها من قبل .

١٣ - ٢٥ الانعزال وتكوين النوع

عنوان داروين لكتابه « أصل الأنواع » يبين المستوى الذى عنده يتم التطور . الطفرات (طفرات ، إعادة ترتيب الكروموسومات ... إلخ) تتم في الحيوانات المفردة ، ثم بواسطة التكاثر الجنسي ، إما أن تصاح وتنتشر خلال جماعة ، وإما أن تنحى (الانتخاب الطبيعي) . وعلى ذلك ، فإن النوع يكون هو أساس العملية التطورية . النوع عبارة عن جماعة تتزاوج طبيعياً ، يختلف ويكون منعزلاً عن الجماعات الأخرى . في الحيوانات اللاجنسية أو عنصرية التكاثر ، فإن مسألة التزاوج لا تنطبق عليها ، وأى طراز يميز أو سلالة قد تسمى نوعاً . تكوين النوع هو العملية التى بها تتكون أنواع جديدة ، والانعزال هو عادة الخطوة اللازمة في تكوينها (فقرة ١٤ - ٣) . الانعزال قد يكون في الوقت أو المكان . في حالة الانعزال المؤقت ، يتطور النوع تدريجياً إلى نوع آخر خلال خطط تطوري غير منقطع على مدى فترة طويلة . الانعزال المكافئ يشمل الانفصال الفيزيقي لأجزاء من جماعة أصلية .

عدد الأفراد في كثير من الأنواع يكون ضحماً - مئات الألوف في الطيور العادية والثدييات وملايين أو بلايين في الحشرات واسعة الانتشار . ولكن جماعة أى نوع ، ليست متجانسة في التوزيع أو في الخصائص . أولاً ، ليست الأفراد مورعة بالتساوي في كل مكان من المجال الجغرافي الكلي ؛ ولكنها مقسمة إلى مجاميع أصغر معزلة إلى حد ما عن بعضها البعض . كل مجموعة تحتل جزءاً من المجال ، ولا تخطط التجماع فيما عدا على امتداد حدودها ، بسبب القوى المحدودة للحركة أو الحواجز المختلفة . ثانياً ، تختلف التجماع عن بعضها البعض كيفاً الحجم ، اللون ... إلخ) ؛ تلك الاختلافات تخطط حيث يمكن للممثلين عن التجماع المختلفة أن تتزاوج (تنهجن) على امتداد حدود المجموعة . التعبير سلالة أو تحت نوع (شكل ١٣ - ١٣) يستخدم لمثل هذه الجماعة المحلية ، والجماعة الكلية المتحدة تسمى نوعاً متعدد الطرز . في بعض الأنواع ، لا تنقسم الجماعة إلى مجاميع مميزة ، ولكنها تبدى تغيراً مستمراً متدرجاً في الخصائص على امتداد منحدر - الشمال إلى الجنوب ، أراض منخفضة إلى أراض مرتفعة ، أو ساحل جاف إلى رطب مثل هذه الحالات السماء منحدرات بيولوجية ، تمثل بأنواع من الطيور والثدييات ، التى تكون أكبر في المناخ الأشد برودة (قاعدة برجمان) أو أدكن في المناطق الماطة الرطبة . أدلة من مجالات متعددة - التصنيف ، الهجرة التناسل التجريبي ، علم الخلية ، علم الأمصال - تدل على أن النوع في المعنى العادى يكون في الحقيقة مكوناً من ذريات بيولوجية عديدة ، أصول ، أو سلالات

الانعزال ، فصل الأصول إلى وحدات أصغر ، قد يحدث بطرق عدة : (١) جغرافية ، عن طريق الفصل الفيزيقي في البعد ؛ (٢) بيئية ، في أنواع مختلفة من البيئات ، بالرغم من كونها في نفس المنطقة العامة ؛ (٣) فضلية ، حيث يتزاوج مجتمعان في أوقات مختلفة من السنة ؛ (٤) فسيولوجية ، حيث يوجد تعارض وظيفي في التزاوج أو في الإنتاج ، الإخصاب ، وبقاء الأمشاج ؛ (٥) سلوكية ، حيث لا تتزاوج الحيوانات من مجموعتين مختلفتين مع بعضها البعض . يبدأ التشعب

عادة بالانزعال جغرافى . ثم تنشأ الأنواع ٢ إلى ٥ ثانويا .

جماعات الأنواع أو أقسام جماعة واحد منفصلة جغرافيا تسمى جماعات مختلفة المناطق ، إثنين أو أكثر من جماعات مختلفة تحتل نفس المنطقة التى تحفظ تميزها ، هى جماعات مشتركة المناطق .

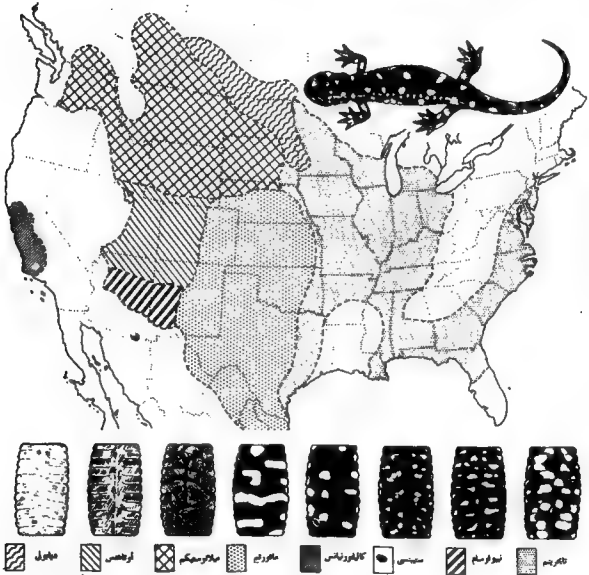
تختلف الأنواع فى تراكيبها الجينية المتكيفة ، وتنفصل بطرق تكاثرية انعزالية تختلف فى المعالية . الانعزال يكون غالبا تاما ، ولا تحدث هجائن . التهجين بين الأنواع يمكن أن يزيد متغيرتها الجينية وقلربتها على التكيف للأحوال الجديدة ، فى الأوساط الثابتة ، تكون الهجائن عادة معيبة ، لأن معظمها يكون أقل تكيفا عن الأصول من الوالدين نحو الأماكن التى تحتلها تلك الأخيرة ، والأماكن الأخرى ممتلئة بكائنات متكيفة جدا . ولكن ، تحت ظروف من التغير البيئى السريع حتما تتوافر مواضع بيئية جديدة والأنواع المستقرة تتعرض لضغوط منتقاة جديدة ، فإن الهجائن هى التى قد تثبت وعلاوة على ذلك ، فإن الأحوال المتغيرة قد تجمع أنواعا كانت من قبل منفصلة بيئيا ، مزيدة فرص التهجين . تكون الجيليد وأنشطة البشر قد أصطبحت تهجين منسج بين الجماعات الطبيعية .

١٣ - ٢٦ دخول الجينات فى المورثة المركبة

الهجائن تكون أكثر احتيالا للتزاوج مع أفراد من واحد أو آخر من أصولها الأبوية عما مع بعضها البعض ، لأن الأولى تكون عادة أكثر وفرة ، ذرية التزاوج الرجعى الأبوى تكون أكثر احتيالا للتكيف الجيد نحو الوطن الذى توجد فيه الذى قد يكون شكلا متحورا لأحد المواطنين الأبوية ، عن الدرية من التزاوجات التهجيية . وعلى ذلك فإن التناسل المتعدد قد يحدث مع واحد من الأنواع الأبوية ، والانتخاب يؤيد الطرز الجينية التى بها غالبا جينات من هذا النوع الأبوى ، ولكن أيضا جينات قابلة جاءت من الفرد الأبوى الآخر . هذه العملية ، التى تستلزم التهجين والتزاوج المتعدد مع أحد من الأصول الأبوية واستقرار مثل تلك الطرز الجينية للتزاوج الرجعى بواسطة الانتخاب ، تعرف بإدخال الجينات فى المورثة المركبة . جينات نوع واحد تدخل فى المورثة المركبة لنوع آخر . هذا الإدخال هو غالبا مصدر هام لقابلية التغير فى تطور النوع .

فى دراسة علم الوراثة الجماعى ، استخدمت نتائج الوراثة المنديلية فى الظواهر الجماعية تبعا لقانون هاردي - وينبرج . التوازن الجينى الموصوف ، يحدث فقط فى الجماعات حرة التزاوج وفى وسط ثابت . إذا أصبحت أجزاء من هذه الجماعة منزلة بدرجات متفاوتة بواسطة حواجز لتحرير سريان الجينات ، فإن التباعد الجينى يحدث فى تحت الجماعات المنعزلة . الطفرة وإعادة الاتحاد يؤديان إلى مركبات جينية مختلفة عشوائيا بين الأفراد المنعزلة ، فى حين أن طرزها الظاهرية ، وكلها ، معرضة لنفس الأصول البيئية ، تبقى متكافئة بصفة منتقاة . ولكن فى الوسط الطبيعى ، يكون التباعد عادة متكيفا . الوسط غالبا فى كل مكان من مجال الجماعة ، وينتج الانتخاب الطبيعى مركبات جينية متكيفة مختلفة فى تحت الجماعات المنعزلة .

جماعة صغيرة حرة التزاوج ، ، تسمى « ديم » ، تميل نحو تجانس الأزواج والاختزال في قابلية التغير نتيجة التهجين . الديميات تخدم كأسس اختبار للفكرة التطورية . تجانس الأزواج يسمح بالسماح المتحيرة أن تظهر في الطراز الظاهري وتختبر بواسطة الانتخاب الطبيعي . في جماعة كبيرة قد تفقد . الأحداث الجينية العشوائية و ضغوط الانتخاب المختلفة التي تعمل على الديميات ، تؤدي إلى التنوع وتقيّد النوع ككل عن طريق منح المرونة في التكيف للتغيرات البيئية .



شكل ١٣ - ١٣ : توزيع جغرافي لثلاث أنواع السلحفاة (أميسومالاهيريم) الملائمة المكسيكية (مختلفة) . كل يختلف في النمط ويحمل مجاًلاً واحداً كما هو مبين . تحت الأنواع الخاصة تتدرج تدريجاً على امتداد حدودها . الأجزاء غير المظلمة بين مناطق ذات مواطن غير ملائمة . الأنماط الظاهرية لعدة تحت أنواع موضحة (الأنماط معظمها عن سبتير ١٩٥١ ، برماليات لغرب أمريكا الشمالية ، مطبعة جامعة كاليفورنيا) .

١٣ - ٢٧ قاعدة المؤسس

قد تبدأ الجماعة بواحد (أنثى مخصبة) أو مؤسسين قليلين ، كما في حالة الانتشار العرضي للكائنات من أماكن الأرض الرئيسية إلى الجزر . يدخل عنصر هام من الصدقة في تكوين الطراز الجيني لمثل تلك الجماعات يحمل المؤسسون جزءاً صغيراً فقط من التغير الجيني الكلي للجماعة الأبوين ، والمستعمرة التي يكونونها سوف تحتوى فقط على الجينات القليلة نسبياً التي يمحضونها معهم فيما عدا ما يستبد أو يزداد بالطفرة والإسهام من المهاجرين الإضافيين . هذه الظاهرة التي تعرف بقاعدة المؤسس ، يمكن أن تتسبب في اختار كثير من الطرز الجينية المختلفة في مجموعة من الأوساط . ولكن مثل تلك الجماعات المؤسسية ، تكون غالباً عرضة للانقراض بسبب صغر حجمها ومتغيرتها المحدودة التي تجعلها أقل ملائمة للتغيرات البيئية .

١٣ - ٢٨ عصافير داروين

تأثيرات الانعزال على تكوين الأنواع تظهر جيداً من طيور تحت فصيلة جيوسبيزين على جزر جلاباجوس على بعد ٦٠٠ ميل (٩٦٠ كم) . هذه المجموعة من الجزر المحيطية ، وأكثرها ٨٠ ميلاً (١٢٩ كم) طولاً ، من المحتمل أنها نشأت بركانية . الغطاء النباتي متنوع ، نبات الزعرور والصبان في الأراضي المنخفضة حيث تكون من اللحم الخشن ، ولكن يتغير الغطاء النباتي إلى غابات رطبة في التربة السوداء الغنية على قمم الجبال على ارتفاع ٢٠٠٠ إلى ٤٠٠٠ قدم (٦١٠ إلى ١٢٢٠ متراً) . السلاسل الأرضية الضخمة والإجوانا هي الحيوانات الأرضية الوحيدة المحلية الضخمة . معظم الأنواع المميزة من الطيور الأرضية المقيمة هي العصافير المفردة (finches) ، التي كوت ١٤ نوعاً . وبالتالي ، فوق الجزر المنفصلة ، البعض قد تشعب أيضاً إلى تحت أنواع أو جماعات أقل تمييزاً . من وجهة النظر الداروينية ، فإن اختلافات بسيطة تنتج تؤدي إلى « أنواع أولية » ، وتكوين الأنواع يعتبر كاملاً حيناً يتقابل مثل هذين النوعين فيما بعد ويصبحان متميزين . وعلى ذلك ، فإنه يوجد على معظم الجزر ثلاثة أنواع متقاربة جداً من العصافير الأرضية (جيوسبيزا ماجنوستريس ، ج فورس ، ج فوليجينوزا) تتغذى على حبوب ذات صلابة مختلفة نسبياً ، وهي لا تتزاوج مع بعضها ؛ من المحتمل أنها تطورت فوق جزر مختلفة وتجمعت مع بعضها فيما بعد . فإنه يوجد على معظم الجزر ثلاثة أنواع متقاربة جداً من العصافير الأرضية (جيوسبيزا ماجنوستريس ، ج فورس ، ج فوليجينوزا) تتغذى على حبوب ذات صلابة مختلفة نسبياً ، وهي لا تتزاوج مع بعضها ؛ من المحتمل أنها تطورت فوق جزر مختلفة وتجمعت مع بعضها فيما بعد .

تلك العصافير توضح وجهاً آخر من التطور - التشعب المتكيف . أسلاف نباتات وحيوانات جلاباجوس لا بد وأنها قد انتقلت إلى هناك بوسائل عرضية (فقرة ١٢ - ٢٤) . حيناً وصل السلف الأصلي للعصافير ، من المحتمل أنه وجد منافسين قليلين أو لم يجد بالرة . ومع الإقامة فوق جزيرة أو أكثر ، ازدادت المنافسة ، حيث أن الجزر تختلف في الحجم ، الارتفاع ، الأحوال الغذائية ، وعوامل

أخرى ، والمحيط هو عائق إلى حد ما نحو التحركات بين الجزر لتلك الطيور ، فإنه حدث تشعب تكيفي ، ونشأت سلالات جزرية متميزة . الاختلاف الجيني أدى إلى الانعزال التناسلي . التحركات التالية سببت إختلاطاً للأصناف فوق الجزر المختلفة . التعايش زاد من التنافس على الطعام والاحتياجات الأخرى ، والانتخاب يبرر الاختلافات التي تطورت أصلاً عن الانعزال . ثلاثة أنواع تعايش على كل من الـ ١٦ جزيرة الرئيسية من مجموعة الجزر ، وثلاثة من الجزر الأكبر كل به ١٠ أنواع . وهي قادرة على أن تعيش مع بعضها بسبب التنوع في تركيبها وعاداتها . بداخل تحت الفصيلة المنعزلة من الطيور ، قد تطورت المتكافآت البيولوجية لسبع مجاميع فصيلية قارية .

بعض العناجذ بين : إلعصافير هي (١) آكلات الحبوب (جيوسيرا) بمنقار مخروطي قوى ؛ (٢) آكلات الزهور والرحيق (كاكورنس) بمنقار طويل مسحوب ؛ (٣) آكلات البراعم ، الأوراق ، والفاكهة (بلاتيسيرا) بمنقار قريب الشبه بمنقار الببغاء ؛ (٤) آكلات الحشرات (سيريندي) بمنقار رفيع وعادات الطائر المغرد ؛ (٥) نموذج نقار الخشب (كامارهينكس) بمنقار مستقيم قوى للنقر في جلوع الشجر . النوع القريب كاكوسيرا باليدا ، الذي يفقد اللسان الطويل لنقار الخشب الحقيقي ، يستخدم فرعاً أو شوكة صبار حينما يحس في الشجر .

تلك العصافير غير الواضحة ، فوق مجموعة من الجزر الاستوائية النائية ، قد كان لها دور هام في الفكر التطوري منذ كتب داروين الشاب (رحلة البيجل)؛ إلى حد بعيد ، الظاهرة الأكثر وضوحاً في التاريخ الطبيعي لهذه المجموعة من الجزر هي ، أن الجزر المختلفة إلى حد كبير تقطنها مجموعة مختلفة من الكائنات لم أحلم قط أن جزراً تبعد عن بعضها خمسين أو ستين ميلاً ، ومعظمها على مرمى من بعضها البعض ، ومكونة تماماً من نفس الأحجار ، وتقع تحت مناخ مماثل تماماً ، وترتفع إلى ارتفاع متساو تقريباً ، قد تستوطن بشكل مختلف ومن ثم ، يبدو أننا نقرب إلى حد ما ، نحو هذا الوجه الكبير - غموض الغموض هذا - أول ظهور كائنات جديدة فوق هذه الأرض .

الصورة الكلية التي تتيقن عن دراسة التطور هي صورة خلقة - تبدأ من القطعة الأولى لبروتوبلازم الحيوان ، الحياة قد ازدادت في تنوع وكال التكيفات خلال الأجيال ، كما يظهر من التنوع المتسع لكل الأنواع الحية والمندثرة . هذا يفترض أن الإمكانيات نحو المستقبل قد تكافء أو تفوق تلك التي أنجزت من قبل .

مراجعة

- ١ - ماذا يوحى إليك إخفاء الديناميكيات فيما يخص بالتطور وثبات المجموعات السائدة ؟ وبالنسبة للإنسان ؟
- ٢ - هل يمكنك إقترح حالة يكون فيها الانحلال ضروريا لتطور نوع جديد ؟
- إذا كان التطور قد أصبح حقيقة واقعة في عقول العديد من علماء الحيوان ، لماذا يعرف للآن « بنظرية التطور » ؟
- ٤ - ما هو التشابه في التركيب بين الأجهزة العضوية للفقاريات ؟
- ٥ - بأى شكل تمثنا الأجنة بدليل على العلاقات التطورية ؟
- ٦ - هل للتركيب الأثنية أى أهمية تطورية ؟
- ٧ - ما نوع الدليل التطوري الذي تمثنا به الحفريات ؟
- ٨ - ما هى الصفات الرئيسية فى الحصان من العصر الأيوسينى إلى العصر الحديث ؟
- ٩ - من هو الذى إقترح نظرية التطور الرئيسية الأولى ؟ ما هى السمات الأساسية لنظرية داروين ؟
- ١٠ - ما هو المرجع البيولوجى لشارلز داروين ؟ كيف توصل إلى فرض نظرية التطور ؟
- ١١ - ما هى السمات الأساسية لنظرية داروين ؟
- ١٢ - عرف : النوع ، الانتخاب الصناعى ، الانتخاب الطيعى ، الكفاح للبقاء .
- ١٣ - كيف شاركت الطفرات فى التطور العضوى ؟
- ١٤ - بعض الجينات السائدة والضارة أيضا لحياة الكائن لم يُنتخب ضدها ، إذ أن تواجدها ظل ثابتاً من جيل لجيل . هل يمكن أن تقترح تفسيراً لهذه الظاهرة التى تتوافق مع وجهة نظرنا الحديثة للتطور ؟ (ملحوظة : غدا فى الاعتبار تاريخ حياة الكائن ومتى ظهرت الجينة) .
- ١٥ - إشرح إصطلاح « التكيف السابق » .
- ١٦ - ما هى الأصناف المتنوعة للانحلال ، وكيف شاركت فى تكوين النوع ؟

الجزء الثاني

عالم الحيوان

الفصل الرابع عشر

تصنيف الحيوانات

قدم لينوس عام ١٧٥٨ أول حصر شامل لجميع الحيوانات المعروفة في ذلك الوقت ، وقد بلغ مجموعها ٤٢٣٦ نوعاً . وفي عام ١٩١١ تمت تسمية ما يقرب من ٥٢٢٤٠٠ نوع ، وفي الوقت الحالي بلغ عدد الأنواع أكثر من المليون . ولا يزال هناك حتى اليوم اكتشاف وتسمية لأنواع جديدة من الحيوانات . ومن المعتقد أنه يعيش في علتنا الآن أكثر من مليون نوع من الحيوانات . وفي مناطق معينة أمكن حصر أعداد الأنواع بصفة نهائية تقريباً . وعلى سبيل المثال ، يعيش في شمال ووسط أمريكا أكثر من ٨٥٠ نوعاً من الثدييات ، وفي شمال المكسيك يوجد ٧٧٥ نوعاً من الطيور ، و ٢٤٠ نوعاً من الزواحف و ١٦٠ نوعاً من البرمائيات .

التصنيف

من أهم الأهداف الرئيسية لعلم الحيوان التوصل لمفهوم شامل لعالم الحيوان . ومن المعروف أنه لا يمكن لأى عالم أن يجرى دراساته إلا على مجموعة صغيرة من الحيوانات المعروفة . لذلك ، كان من الضروري أن تستنبط طرق محددة لتصنيف الحيوانات حتى يسهل دراستها ، وتعتبر هذه إحدى الأهداف الرئيسية لعلم التصنيف والذي يعرف أيضاً بإسم علم الحيوان التصنيفى .

١٤ - ١ الطرق والأهداف

من السهل علينا أن نلاحظ أوجه التشابه والاختلاف بين المجموعات المختلفة من الحيوانات بين حيوانات المزرعة الأليفة ، نلاحظ أن لكل من البقر والغنم قروناً وحوافر مشقوقة ، ولكنها تتباين من حيث الحجم والشكل واللون وغطاء الجسم . ومن جهة أخرى ، يتشابه الحصان مع البقر والغنم في الأرجل الطويلة والأسنان الطاحنة ، ولكن الحصان ليس له قرون كما أن حوافره غير مشقوقة . يختلف الكلب عن الحيوانات الثلاثة السابقة ، إذ أن له أظافر ووسائل على أصابع أقدامه المنفصلة ، وبالإضافة إلى ذلك فإن أسنانه قاطعة ومزقة ، وفي الوقت نفسه يتفق معها في وجود الشعر . يعتبر

القط أكثر قربا للكلب منه للحيوانات الحافرية . وجميع هذه الحيوانات تجمع بينها صفات مشتركة ، فجسمها مغطى بالشعر ولها أسنان ، كما أنها تلد وترضع صغارها ، بالإضافة إلى بعض الصفات المشتركة الأخرى . ومن جهة أخرى ، تختلف هذه المجموعة من الحيوانات عن الدجاج والبط الذى يغطى الريش أجسامها ، كما أنها تملو من الأسنان وتضع البيض . الدجاج والبط وغيرها من الطيور تشترك مع الثدييات رباعية الأقدام السابقة في العديد من الصفات منها ؛ وجود عيّن ورثتين وأربعة أطراف . ومن ثم ، يمكن تصنيف الحيوانات إلى مجموعات رئيسية وثانوية حسب أوجه التشابه والاختلاف .

تستخدم الصفات الموروثة للحيوانات كأسس للتصنيف ، وتتضمن الصفات التركيبية والحجم ونسب الجسم واللون وغيرها . والصفة تكون عادة مميزة إذا ما ارتبطت دوما بصفات أخرى . فمثلا لكل طائر ، بالإضافة إلى الريش ، منقار وجناحان وقدمان مخليان وقلب مكون من أربع حجرات ودم حار .

كان الهدف الأول من التصنيف هو مجرد الإستراده من المعرفة ، ولكن الأهم من هذا هو توضيح مدى العلاقات بين الكائنات ويمكن تصنيف الحيوانات بطرق عدة ، فمثلا تصنف جميع الحيوانات ذات الأصدا في مجموعة واحدة وكذلك بالنسبة للحيوانات دودية الشكل ، وهكذا ؛ وقد استخدمت هذه الطريقة بواسطة علماء الحيوان الأوائل ومع التقدم العلمى وتزايد المعلومات ، تبين خطأ طريقة التصنيف هذه ، إذ ضمت حيوانات في مجموعة واحدة إتضح فيما بعد أنها متباينة بدرجة كبيرة . الطريقة الحديثة للتصنيف تعرف بطريقة « النظام الطبيعي » وتستخدم فيها جميع المعلومات المتوفرة الآن بالنسبة للتركيب ووظائف الأعضاء والتكوين الجنينى والبيئة وغير ذلك . ويمكن تمير كل مجموعة بعدة صفات معينة . ويهدف علم التصنيف إلى بيان العلاقات المبنية على التطور الإستدلالي للمجموعات المختلفة في عالم الحيوان (شكل ١٤ - ١) .

عند القيام بالدراسة التصنيفية ، يجب التمييز بين الصفات التى تبين المظاهر أو التشابه في الأصل (وبالتالي العلاقات) وتلك التى توضح التطاظر أو التشابه في الوظيفة (وليس بالضرورة في الأصل) . فمثلا ، الذراعان في الإنسان والرجلان الأماميان في الثدييات والضفادع ، والجناحان في الطيور ، تتحرر تراكيب متشابهة في الأصل ، إذ تشابه أساسا في تركيب العظام والعضلات والأوعية الدموية والأعصاب ، غير أن كلاً منها يقوم بوظيفة مختلفة . ومن جهة أخرى ، تتحرر أجنحة الطيور والفراشات تراكيب متناظرة إذ أنها تؤدى نفس الوظيفة وهى الطيران ، ولكنها تتباين في التكوين الجنينى وفى التركيب البالغ (شكل ١٣ - ١) .

١٤ - ٢ عوالم الكائنات

منذ عهد لينوس حتى وقت قريب صُنفت جميع الكائنات الحية إلى عالمين هما عالم النبات وعالم الحيوان . تتميز النباتات بالمواد الصبغية التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي وذلك بالإضافة إلى كونها عديمة الحركة . الحيوانات ، بصفة عامة ، لابد لها من أن تسعى بنفسها بحثاً عن غذائها ، ويتكون غذائها من نباتات وحيوانات أخرى . لأول وهلة ، يبدو هذا التصنيف من السهولة بمكان إذا ما إقتصر الأمر على النباتات والحيوانات الكبيرة ، ولكن هناك مجموعة من الكائنات مثل عيش الغراب وبعض القطريات الأخرى من ذوات القرى لا تتم فيها عملية التمثيل الضوئي ، ومع ذلك فهي تعتبر من عالم النبات ، وذلك لأنها لا تزال تحتفظ بالشكل النباتي كما أن لها نمط نمو مشابه للنبات . وقد ظهرت بعض المشكلات الأساسية بالنسبة لنظام تصنيف الكائنات إلى عالمي النبات والحيوان ، وذلك فيما يتعلق بالكائنات المجهرية التي تمت دراستها تفصيلاً . على سبيل المثال ، بعض الكائنات تجمع بين خصائص كل من الحيوانات والنباتات كالبيوجينا (فصل ١٥) . بالإضافة إلى ذلك ، فإن هذه الكائنات وحيدة الخلية ، والخلايا الفردية هذه أكثر تعقيداً من خلايا أجسام الحيوانات عديدة الخلايا . بعض الكائنات المجهرية ترتبط مع بعضها مكونة مستعمرات ، ولكنها لا تكون أنسجة كما في الحيوانات عديدة الخلايا . لذلك ، فإن نظام تصنيف الكائنات إلى عالمين لا يمكن أن يتضمن مثل هذه الكائنات . والنتيجة أن علماء النبات قاموا بضم هذه الكائنات إلى عالم النبات لأنها تحتوي على مواد صبغية تختص بعملية التمثيل الضوئي ؛ في الوقت نفسه ، فإن علماء الحيوان اعتبروها حيوانات إذ أن لها القدرة على الحركة . في الخمسينات والستينات من هذا القرن ، أجرى علماء البيولوجي دراسات مستفيضة على تركيب الخلية وكيمياء الخلية . وقد أدت هذه الدراسات إلى تفاقم مشكلة التصنيف ، وأصبح من الصعب تحديد الوضع التصنيفي لهذه الكائنات ، هل هي حيوانات أم نباتات ؟ على سبيل المثال ، البكتيريا والطحالب الخضراء - الزرقاء لا يوجد بها أنوية ولكنها تحتوي على مواد وراثية . بالإضافة إلى ذلك ، لا تحتوي هذه الكائنات على عضيات كذلك التي توجد في الحيوانات وحيدة الخلية مثل الميتوكوندريا والقمعجوات وجهاز جولجي ، كما تتباين أيضاً العمليات الأيضية . لذلك تمحور العلماء في الوضع التصنيفي لهذه الكائنات ، فهي دون أدنى شك ليست حيوانات ، وأيضاً ليست لها الصفات المميزة للنباتات .

وهناك مجموعة أخرى من الكائنات لا مكان لها في عالمي النبات والحيوان ، وهي الفطريات . جرى العرف على وضعها ضمن عالم النبات ، وفي واقع الأمر فإن للفطريات صفات بعيدة كل البعد عن النباتات . فمثلاً ، تحصل النباتات على غذائها بواسطة التمثيل الضوئي ، إذ تقوم ببناء جزيئات غير عضوية من ثاني أكسيد الكربون والماء . الفطريات لا تقوم بعملية التمثيل الضوئي . عوضاً عن ذلك ، تفرز إنزيمات في الجسم الذي تنمو عليه . تقوم الإنزيمات بتكسير جزيئات عضوية مركبة توجد في مخلفات حيوانية وكائنات ميتة ، ثم تمتص الجزيئات البسيطة بواسطة الفطر . ومن عجوزات الفطريات الأخرى عدم وجود فواصل محددة بين الخلايا . نتيجة لذلك ، فإن الجزيئات العضوية الكبيرة وحتى الأنوية يمكنها الانتقال من خلية لأخرى . لذلك تختلف النباتات عن الفطريات بمثل اختلافها عن

الأمبيات وحيدة الخلية والبكتيريا .

نتيجة لهذه الاختلافات الجوهرية السابق ذكرها فقد اقترح العديد من العلماء تقسيم الكائنات الخلية إلى عدة عوالم يتراوح عددها من ثلاثة إلى خمسة (جدول ١٤ - ١) . الإقترح الأول هو تقسيم الأحياء إلى ثلاثة عوالم ؛ عالم البروتوكيسا ، عالم النبات (يسمى أيضا الميتافيتا) ، وعالم الحيوان (يسمى أيضا الميتازوا) . في هذا النظام ذى العوالم الثلاث تظل القطريات تابعة لعالم النبات ، بينما تضم جميع الكائنات وحيدة الخلية في عالم البروتوكيسا . نظام الأربعة عوالم يتضمن المونزا ، البروتستا ، النبات (ميتافيتا) . والحيوان (ميتازوا) . هذا النظام ذو العوالم الأربعة يقسم الكائنات وحيدة الخلية إلى المونزا عديمة الأنوية والبروتستا ذات الأنوية . نظام العوالم الخمس يضم الأربعة عوالم السابقة بالإضافة إلى القطريات التي صنف في عالم قائم بذاته . بين الجدول ١٤ - ٢ خصائص العوالم الخمس

جدول ١٤ - ١

ثلاثة عوالم	أربعة عوالم	خمس عوالم
بروتوكيسا →	مونزا →	مونزا →
نبات →	بروتستا →	بروتستا →
حيوان →	حيوان →	قطريات →
		نبات →
		حيوان →

في هذا الكتاب سوف يستخدم نظام العوالم الأربع . باستثناء واحد ، هو أن الفصول القادمة سوف تختص بدراسة وصفية للحيوانات . هذا الإستثناء هو الأوليات ، وهي مجموعة من البروتستات المتحركة ، والتي إلى وقت قريب كانت تعتبر من الحيوانات . وقد تضمن هذا الكتاب دراسة عن الأوليات ، لأنها ذات أهمية خاصة بالنسبة لعلماء الحيوان ، ولابد للطالب المتخصص في علم الحيوان أن يكون ملما في دراسته بأشكال الحياة وحيدة الخلية . لذلك يجب على القارئ أن يعرف أن خلية الأوليات غاية في التعقيد ، كما أنها تحتوي على بعض العضيات التي لا توجد في خلايا الحيوانات عديدة الخلايا . بالإضافة إلى ذلك ، فإن جميع البروتستات لا يظهر بها التنوع النسيجي المميز للحيوانات عديدة الخلايا .

١٤ - ٣ النوع

النوع هو الوحدة الأساسية أو « حجر الزاوية » في التصنيف البيولوجي . يمكن تعريف النوع بأنه مجموعة من الأفراد المعزولة تناسليا عن غيرها من المجموعات الأخرى . لذلك ، تنحدر أفراد النوع الواحد جميعا من سلف مشترك ، ويمكنها التزاوج فيما بينها لنتيج إنتاجا خصبا شبيهاً بالأهوين . في الطبيعة ، لا تتزاوج الأنواع المختلفة مع بعضها ، لكنه قد يحدث أحيانا تزاوج بين أنواع مختلفة وينتج عن ذلك أفراد هجينة . من أمثلة الأنواع الشائعة ، الذبابة المنزلية ، سمكة الفرخ الأصفر ، الضفدع الحنجر ،

جدول ١٤ - ٢ خصائص عوالم الكائنات الخمس

العالم	نوع الخلية	خصائص الخلية	نوع التعلية
المونيرا	عددية النواة	غياب الغشاء حول العضيات ؛ غياب البلاستيدات ؛ وغياب الميتوكوندريا	بالامتصاص أو بالفيل الضوئي
البروتستا	ذات نواة	جميع عضيات الخلية	بالامتصاص أو بالابتلاع أو بالفيل الضوئي
النبات	ذات نواة وجدار	موجودة ، لكن الخلايا أبسط	أساساً بالفيل الضوئي
الفطريات	ذات نواة	غياب البلاستيدات والمواد الصلبة المتخصصة بالفيل الضوئي	بالامتصاص
الحيوان	ذات نواة وبدون جدار	غياب البلاستيدات والمواد الصلبة المتخصصة بالفيل الضوئي	بالإفتراس

والمصفور الإنجليزي . هكذا تصنف أفراد النوع الواحد إلى مجموعات أصغر تعرف باسم تحت أنواع ، وهي تتباين فيما بينها بصفة أولية في أن كل تحت نوع يقطن مجالا جغرافيا منعزلا ، والأفراد التي توجد على الحدود الفاصلة بين مجالين لتحت نوعين متجاورين تكون خصائصها وسطية (شكل ١٣ - ١٢) .

يُطلق على كل نوع من الحيوانات اسما علمياً ، وهو إسم مزدوج ، كما في الإنسان إسم أول ولقب . مبدأ استخدام كلمتين لتعريف النوع يعرف بالتسمية المزدوجة ، وقد استخدمت هذه التسمية منذ عام ١٧٥٨ ، عندما استخدمها لأول مرة العالم السويدي العظيم لينوس الذي يعتبر المؤسس الأول لعلم تصنيف الأحياء . الأسم الأول هو إسم الجنس ويبدأ بحرف كبير ؛ والثاني هو إسم النوع ويبدأ بحرف صغير . كل إسم علمي يعتبر فهنا في عالم الحيوان . أحيانا يكشف أن نوعين يحملان نفس الإسم ، لذلك فإن النوع الذي كان يحمل الإسم لفترة أطول يحتفظ به ، أما النوع الآخر فيجب تغيير اسمه مثال لإسم علمي رانا *Rana pipiens* ، الضفدع النهدي الشائع .

١٤ - ٤ المجموعات الأعلى

تعتبر الأنواع الحيوانية مجموعات طبيعية من جماعات تتزاوج فيما بينها حقيقة أو إحتلالاً أما بقية فئات التسلسل التصنيفي فهي عرقية لأنها من عمل الإنسان . والهدف منها هو توضيح المستويات المتباينة للعلاقات بين الحيوانات على أساس التطور . بما أن معلوماتنا عن التطور لا زالت قاصرة وعليه تعددت التفسيرات لهذه العلاقات ، فلقد نشأ عين ذلك تضارب في الرأي بين علماء الأحياء حول وضع بعض .

الأنواع في المجموعات العليا. يضم التسلسل التصنيفي ست وحدات رئيسية هي : الشعبة ، الطائفة ، الرتبة ، الفصيلة ، الجنس ، والنوع .

يضم الجنس نوعين أو أكثر لها صفات مميزة مشتركة ، وبالتالي فالأجناس المتشابهة في الصفات تكون فصيلة ، الفصائل تتجمع في رتب ، والرتب في طوائف ، والطوائف في شعب . تكون الشعب جميعها علم الحيوان ، الذي يقابله عالم النبات . النهج التصنيفي هذا يشبه شجرة عديدة الأوراق (الأنواع) ، ورقة واحدة أو أكثر على كل غصن صغير (الجنس) ، عدة أغصان صغيرة على غصن كبير (الفصيلة) ، إثنان أو أكثر من الأغصان الكبيرة على فرع (الرتبة) ، عدد من هذه الأفرع على فرع أكبر (الطائفة) ، هذه الأفرع الكبيرة تنشأ من جذع رئيسي (الشعبة) ، جميعها تكون الشجرة (عالم الحيوان) . وقد دعت الحاجة إلى تكوين فئات وسطية (تحت فصيلة ، فوق طائفة ، تحت شعبة ، المخ) لتبين بطريقة صحيحة درجة العلاقة . هناك بعض الحالات ، التي تضم فيها المجموعة (الجنس أو أعلى منه) مثلاً واحداً فقط ، لكونه مميزاً عن الآخرين ، وهذه المجموعة تعرف بوحيدة النوع .

١٤ - ٥ خصائص عامة

بعض الشعب قد تجمع بينها بعض الصفات المشتركة ، لذلك أمكن ضمها معا في مرتبة أعلى من الشعبة (كما سيورد فيما بعد في هذا الفصل) . ضمن عالم الحيوان ، الإسفنجيات (المساميات) تكون فرع البارازوا ويتميز بعدم وجود تجويف هضمي وبأن جدار الجسم مثقب ، فرع البارازوا يقابله فرع الميتازوا الأصلية (جميع الحيوانات الأعلى) ويتميز بتجويف هضمي وجدار جسم غير مثقب . تقسم الميتازوا الأصلية إلى سلسلتين تطورتين كبيرتين ، الأولى تعرف بأوليات الفم وتضم شعب مفصليات القدم ، الحلقييات ، والرخويات ، الأخرى تعرف بثانويات الفم ومن أهم شعبها الجلد شوحيات والحلبيات . تتباين هاتين السلسلتين من الناحية الجنينية ومن سمات الأقطار الرقية . أوليات الفم لها نمط خاص للتفلج يسمى اللولبي والمحدد ، وينشأ الفم من فتحة الجاسترولة الجنينية . تكوين السيلوم في أوليات الفم ذات السيلوم ، يتم عادة بانشقاق في كتلة ميزودرمة ، وطريقة التكوين هذه تعرف بالسيلومية الإنشطالية . في النهاية ، تكون الرقة إن وجدت ، قيمة الشكل عادة وتعرف باسم الرقة المطوقة (التروكوفور) . على العكس من ذلك ، فإن ثانويات الفم بها تفلج شعاعي غير محدد ، ويتكون السيلوم من جيوب خاصة تبرز من المعى الأول أو المعى القديم ، وهذه العملية تعرف بالسيلومية المعوية . فتحة الجاسترولة لا تكون الفم ، والرقة ، إن وجدت ، ليست رقة مطوقة .

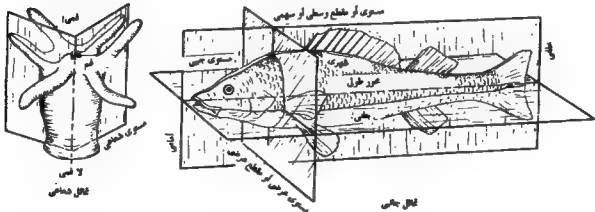
نصنف الميتازوا الأصلية أيضا ، تبعاً لعدد الطبقات الجرثومية المتكونة في الجنين ، إلى ثنائية الطبقات (اللاسعات وحاملات الأمشاط) ، وثلاثية الطبقات (بقية الشعب) . الشعب الأعلى (البرايوزوا - أو الحلبيات) تضمها السيلوميات الأصلية ولها تجويف جسم أو سيلوم مبطن بالبريتون ، لذلك تؤدي القنوات الإخراجية والتناسلية إلى الخارج . في مفصليات القدم

والرخويات ، يكون السيلوم مختزلاً جداً ، ويمرّى الدم في تجلويّ بين الأعضاء الداخلية تعرف بالتجويف الدموى . تجلويّ الجسم في الإنتر بروكتا والخطيطات ، الدورات وحليقاتها تكون غير مبطنة وتعرف بالسيلوم الكاذب . شعبتان من الشعب الدنيا لا يوجد بهما تجلويّ جسمية ، المفلطحات والشرتنيات ، لذلك يطلق عليهما إسم اللاسيلوميات . اللافتقاريات تتضمن جميع الحيوانات التي ليس لها عظم ظهري من الفقرات ، يقابلها الفقاريات (شعبة الحبليات من دائريات الفم إلى الثدييات) التي لها عمود فقريّ معقل .

بالإضافة إلى الصفات التي سبق ذكرها ، هناك بعض الخصائص الأخرى التي لها أهمية في التصنيف (شكل ١٤ - ٣) .

١ - المحائل

العديد من الأوليات عديم المحائل ، لأنه لا يمكن تقسيم الجسم إلى جزئين متكافئين ، وأوليات قليلة يظهر بها محائل كروى . اللاسعات والجلد شوكيات البالغة تكون عادة شعاعية المحائل حول محور وسطى مار بالفم ، لذلك يمكن لأى مقطع يمر بالمحور أن يقسم الحيوان إلى قطع شعاعية (شكل ١٤ - ٢) . معظم أفراد الشعب الأخرى لها محائل جانبيّ ؛ يمكن تقسيم الحيوان إلى نصفين متساويين ومتقابلين بمقطع عمودى يمتد طولياً (سمي) . في مثل هذه الحيوانات فإن الجزء الذى يتحرك للأمام (يحتوى على الفم عادة) يعرف بالأمامى ، الجزء المقابل يعرف بالخلفى ، الظهر أو السطح العلوى يعرف بالظهري ، والسطح السفلى (تحته الأرض عادة) يعرف بالبطنى . التراكيب التي توجد على المحور الطولى المركزى أو تجاهه تعرف بالوسطية ، وتلك التي على الجانبين تعرف بالجانبية . (شكل ١٤ - ٢) .



شكل ١٤ - ٢ : أنواع المحائل والمحاور والمستويات والمناطق في أجسام الحيوانات .

٥ - الجنس

الحيوان الذى يحتوى على كل الأعضاء الجنسية الأنثوية والذكورية يعرف بأحدى المسكن (أيضا خنثى) ، أفراد معظم الشعب العليا تكون ثنائية المسكن ، كل فرد أما ذكراً أو أنثى .

٦ - التكوين الجنينى

تفلىح البيضة يكون تاماً أو كاملاً فى لاقطاريات عديدة ، السهم ، اليرماتيات ، والتدنيات . فى البيض الغنى بالمخ ، يكون التفلىح غير تام أو جزئى إذ يقتصر على جزء محدود من البيضة ، كما فى السببيا ، الحشرات ، أسماك عديدة ، الزواحف ، والطيور .

٧ - اليرقات

الأطوار الصغيرة المعروفة باليرقات تقدم غالباً معلومات هامة عن علاقات لا تظهر بالحيوانات البالغة . العديد من اليرقات لها صفات تتلاهم مع اليرقات التى تعيش فيها ، مثل وجود الأهداب لغرض السباحة . التركيب الأساسى لهذه اليرقات ، يعتبر عادة مميزاً لكل شعبة أو طائفة . على سبيل المثال ، الأطومات والقريبات تم تصنيفها لأول مرة بطريقة صحيحة بعد دراسة يرقاتها . العديد من اللاقطاريات المائية التابعة لأورليات الفم لها نوع عام من اليرقات - دقيقة ، شفافة ، وحررة السباحة . وهى غالباً قمية الشكل وتحاط بطوقين من الأهداب التى تضرب فى الماء فيما بشبة عجلة دوارة ، لذلك أطلق عليها إسم التروكوفور (اليرقة المطوقة الدوارة) . يوجد بالجزء العلوى لليرقة صفيحة تحمل خصلة من الأهداب وعضو حسى . تحدث تحورات متنوعة فى هذه اليرقة ، وبذلك تعتبر اليرقة المبكرة للعديد من المفلطحاب البحرية ، القمريات ، الرخويات ، وبعض الحلقيات .

التسمية

١٤ - ٦ الأسماء الشائعة .

لكل قطر أسماءه الشائعة للحيوانات المعروفة جيداً . لذلك فالمصفر الشائع فى أوروبا ، والذى ينتشر الآن فى الولايات المتحدة ، يعرف فى أقطار مختلفة بالأسماء الآتية :

الولايات المتحدة : المصفر الإنجليزي

إنجلترا : المصفر المنزلى

ألمانيا : المصفر المنزلى

الدانمرك والترويج : مصفر الحشائش

فرنسا : المصفر المستأنس

إيطاليا : المصفر الجبلى

أسبانيا : جوربون

هولندا : موش.

قد يحدث أحيانا أن يكون لنوع واحد من الحيوانات أكثر من أسم محل في نفس القطر ، فمثلا ، في الولايات المتحدة يعرف البط الحضارى بأسماء أخرى عديدة منها أخضر الرأس ، البط الإنجليزي ، البط البرى . وهناك أسماء أخرى تطلق أيضا على ذكر البط (علجوم) ، والأنثى (البط ، الدجاجة الحضارى) ، والبط الصغير (فرخ البط) . ومن المعتقد أن هذا التضارب في التسمية قد يعزى إلى تبين جنسيات الشعوب حتى في القطر الواحد .

١٤ - ٧ الأسماء العلمية

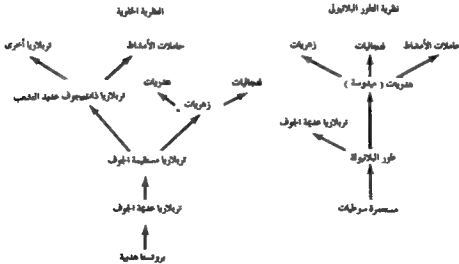
استعمل الرواد الأوائل في التاريخ الطبيعى وعلم الحيوان أسماء لا تينية مركبة طويلة - طائر السمن الساخر سى ثور دوس ماينور مينيو - البوس نون ما كيولاموس (دج صغير أبيض - رمادى غير مبقع) في عام ١٧٣١ . وعندما بدأ لينوس في تسمية ووصف جميع الحيوانات (النباتات والمعادن) المعروفة في ذلك الوقت في مؤلفة المشهور « النظام الطبيعى » استعمل أولا الأسماء اللاتينية المركبة ، ولكنه اختصر هذه الأسماء فيما بعد ، وفي الطبعة العاشرة لمؤلفة (١٧٥٨) طبق لأول مرة نظام التسمية المزوجة ، وذلك بإستعمال إسمين فقط لكل حيوان ، إسم الجنس وإسم النوع . وهذه الأسماء لاتينية أو من أصل لاتينى . الطائر الساخر الأمريكى سى ميموس بوليغلوتوس ؛ المصفور الإنجليزي ، بامر دومستيكوس ؛ البط الحضارى ، أناس بلايرونكوس . وفي حالة وجود نمط نوع يستعمل إسم ثلاثى ؛ بامر دومستيكوس دومستيكوس تحت النوع الذى يقطن غرب أوروبا ، بامر دومستيكوس نيلوتيكوس للسلالة المختلفة قليلا في وادى النيل . ومن المتعارف عليه بين علماء التصنيف في الوقت الحاضر أن يكتب الإسم العلمى لأى نوع من الحيوانات متبوعا بأسم العالم الذى قام بوصفه لأول مرة إعترافا بفضلته ، وقد يكتب إسم العالم مختصرا ، كمثال ، بامر دو مستيكوس لينوس . وقد اتبع معظم البيولوجيين النظام العلمى للتسمية في عالم الحيوان حتى تصبح هناك مبادئ موحدة لاختيار الأسماء العلمية وإستعمالها .

١٤ - ٨ أصل الميازوا وتطورها

نقش علماء الحيوان لستين طويلة موضوع أصل الشعب الحيوانية (أو الميازوية) . وقد إقترحت نظريات مختلفة حول هذا الموضوع ، ولكن اتفق العلماء على شيء واحد على الأقل وهو أن الحيوانات قد نشأت من البروتستات . ويمكن الآن تناول نظريتين رئيسيتين . النظرية الأولى تقول إن الحيوانات قد نشأت كمستعمرات من سوطيات بروتستية بدائية ، ومن هذه المستعمرات نشأت الميازوا نتيجة لحدوث تنوع في الخلايا بدءا بالخلايا التامسية ، وقد أدى ذلك إلى ظهور الأنسجة . وتبعاً لهذه النظرية فإن أول مجموعة نشأت من مستعمرات السوطيات كانت اللاسعات . وقد لاقت هذه النظرية قبولا ، نظرا للتشابه بين خلايا السوطيات وحيدة النواه وخلايا الجسم الميازوى التى تحمل أسواطاً ، وأيضاً للتشابه بين يرقة البلاءولة للاسعات ومستعمرة السوطيات .

النظرية الثانية تبين أن الميتازوا قد نشأت من هديات بروتستية . وقد بُنيت هذه النظرية أساساً على الحقيقة الواقعة أن خلية الحيوان الأولى تقوم بجميع الوظائف الحيوية ، وهي بذلك تقف على قدم المساواة مع أى حيوان عديد الخلايا . وتفسر هذه النظرية نشأة الميتازوا كالاتي : يوجد بالكائن الأولى الهدبي أكثر من نواة ، تبدأ كل نواة في السيطرة على جزء معين من السيتوبلازم ، ثم يحاط كل جزء بغشاء ، وبذلك تتكون أكثر من خلية ، وقد أدى ذلك إلى ظهور الحيوان عديد الخلايا . وتبعاً لهذه النظرية ، فإن أول مجموعة من الحيوانات الميتازوية كانت هي ديدان التيريلاريا المفلطحة (شكل ١٤ - ٤) .

بالإضافة إلى النظريتين الرئيسيتين السابق ذكرهما ، هناك نظريات أخرى عديدة ، ومن المتوقع أن تظهر نظريات أخرى مستقبلاً نتيجة للتقدم العلمى . ولعلنا نلاحظ أن كل ما جاء من نظريات هي مجرد آراء وإفراضات لتفسير نشأة الحياة ، وكثير من العلماء يختلفون فيما بينهم في مدى تقبلهم لهذه النظريات . ولن يكون بالوسع إطلاقاً إثبات أى من هذه النظريات ، لأنه إلى الآن ، أو ربما مستقبلاً ، لا يوجد دليل حفرى لإثبات كيفية نشوء الميتازوا التي يعتقد أنها ظهرت منذ بليون سنة تقريباً . والسبيل الوحيد للعلماء لإثبات هذه النظريات في الوقت الحاضر هو محاولة تفسيرها بالظواهر القائمة أو بأدلة غير مباشرة ، كما يتضح مما سبق ذكره . وهكذا لا يمكن إثبات أية نظرية بصفة مؤكدة من المحتمل أيضاً أن الميتازوا لم تنشأ من أصل واحد مشترك ، ولكنها قد تكون عديدة المنشأ ، يعنى ذلك أن كل مجموعة قد نشأت مستقلة عن المجموعات الأخرى ومن أسلاف متباينة . جدول ١٤ - ٣ يستعرض بعض الخصائص للشعب الحيوانية الرئيسية



شكل ١٤ - ٤ : بيان تخطيطي لنظريتين عن أصل شعب الميتازوا الدنيا

نبذة عن شعبة الأوليات وعالم الحيوان

التصنيف الأتي سيقدم موجزاً عن شعبة الأوليات وعالم الحيوان ، وسوف يستخدم كمرجع ؛ كما يمكن الإستعانة به في التعرف على العديد من الصينات حتى الشعبة والطائفة . الأسماء المرادفة لبعض المجموعات موضوعة داخل أقواس . أسماء الشعب مكتوبة بحروف كبيرة ، وأسماء الطوائف بحروف كبيرة مائلة . المصطلحات الفنية الشائعة المستعملة هنا مشروحة في الكشاف التحليل ، وأيضاً بعض المصطلحات الخاصة موجودة في الفصول المناسبة في الجزء الثاني . المجال الجيولوجي الزمني والأعداد الكلية التقريبية للأنواع (ونحت الأنواع) الحية مبنية أيضاً . المجموعات الخفية مخوفة . في كل طائفة توضح أسماء بعض الأجناس المميزة بالحروف المائلة ، متبوعة بالأسماء الشائعة كلما أمكن ذلك .

عالم البروتستا

الكائنات وحيدة الخلية

شعبة ١ الأوليات . الفرد وحيد الخلية ، أو يوجد في مستعمرات من خلايا متشابهة ؛ لا توجد أنسجة ، الكائنات مجهرية عادة ؛ تعيش في المياه العذبة والملحة أو في التربة أو متطفلة على النباتات والحيوانات ؛ تتواجد من العصر قبل الكامبري إلى العصر الحديث ؛ ٣٠,٠٠٠ نوع (فصل ١٥) .

تحت شعبة أ . ساركوما سيتوفورا . أقدام كاذبة أو أسواط كتراكيب حركية ؛ الأنوية من نوع واحد فقط ؛ لا توجد أطوار جرثومية .

طائفة ١ ساركودينا (اللحميات) (جنديات الأقدام) لها أقدام كاذبة تستخدم في الحركة واقتناص الفريسة ، معظمها حرة المعيشة في المياه الملحة أو العذبة . الأميبا حرة المعيشة ؛ أنفاميا متطفلة على الإنسان ؛ جلويجيرينا ، من الفورامينيفرا ؛ أكتينوفريس ، من حويئات الشمس أو المايوزوا ؛ كولولوسفيرا ، من الراديولاريا ؛ بادهاميا ، من المايستوزوا ؛ بايزيا . من البروبلازميدا ، في القراد ، تسبب حمى الماشية التكسسية .

طائفة ٢ الأوليات (الهديات البدائية) : عضيات هدية الشكل عديدة مرتبة في صفوف مائلة ، لا يوجد فم خلوي ؛ جميعها متطفلة ، في أمعاء الضفادع والعلاجيم . أوبالينا .

طائفة ٣ . ماستيجوفورا (السوطيات) . سوط أو أكثر للحركة ؛ حرة المعيشة أو متطفلة ؛ فوفوكس ، يوجلينا ، ستراتوم ، تريانوسوما .

تحت شعبة ب : سيوروزوا (الجرثوميات) ، لا توجد أهداب أو أسواط ، الأنوية نوع واحد ؛ الأطوار الجرثومية بدون خيوط قطعية ؛ جميعها طفيليات داخلية على الحيوانات الأخرى . مونوستس ، في الحويصلات المنوية لدودة الأرض ؛ أيجيريا تسبب مرض الكوكسيديا في الطيور والتدييات ؛ بلازموديوم في البعوض ، الطيور ، الثدييات ، والإنسان ، ويسبب مرض الملاريا ؛

• **ساركوستيس** ، في العضلات وخاصة في الثدييات .
 تحت شعبة جـ . **نيدوسورا** . لا توجد أهداب أو أسواط ، الأطوار الجرثومية لها غميط قطبي أو أكثر . معظمها تتطفل على الأسماك (ميكسوسبورديا) أو على فقاريات من ذوات الدم البارد ولا فقاريات (ميكروسبورديا) ؛ ميكسيدوم يسبب فقداناً في الأسماك ؛ نوزوما بومييسوز وتسبب مرض البيرين في دودة القر .
 تحت شعبة د . **حاملات الأهداب (الهدبيات)** . توجد الأهداب في بعض الأطوار أو جميعها ؛ الأنوية نوعان ؛ معظمها يعيش في المياه العذبة أو الملحة . **باراميسوم** ، شبيه بالخف ؛ **ستور** شبيه بالبوق ؛ **فورتيسلا** ، صولجانية الشكل ولها ساق ؛ **ديلودنيوم** في معدة الماشية ، الخ .

عالم الحيوان

الكائنات عديدة الخلايا أو النسيجية

الجسم مكون من خلايا عديدة ، عادة ، مرتبة في طبقات أو أنسجة .

فرع ١ الميزوزوا

الخلايا الهضمية قليلة ، خارجية ، مهدبة

شعبة ٢ الميزوزوا

دودية الشكل ؛ صغيرة ؛ التمثال جانبي ؛ الجسم نحيف ؛ توجد طبقة خارجية من خلايا هضمية مهدبة تحيط بخلايا تناسلية داخلية . تعيش متطفلة في الرأسقدميات ولافقاريات أخرى ؛ ٤٣ نوعاً تقريباً . **دايسيمما**

فرع ٢ البارازوا

الجسم منقب ، لا توجد أنسجة حقيقية ، توجد غرف داخلية وقنوات مائية .
 شعبة ٣ **الإسفنجيات الإسفنج** . الشكل صولجاني ، مفلطح ، كروي ، أو متفرع ؛ التمثال شعاعي أو لا يوجد ؛ الألبان متعددة ؛ سطح الجسم به ثقبوب عديدة متصلة بقنوات وغرف مبطنة بخلايا مطوقة



شكل ١٤ - • : شعبة الأوليات . أنظة من الشعب الخمس

سوطية ، توجد فحة كبيرة أو أكثر تعمل كمخرج (فوهات) ؛ الهيكل داخلي ، مكون من شويكات دقيقة أو مجهرية ، أو من ألياف غير منتظمة ، أو لا يوجد ؛ هذه الحيوانات مثبتة وبجرية ، وهناك فصيلة واحدة تعيش في الماء العذب . من العصر قبل الكامبري إلى العصر الحديث ؛ ٥,٠٠٠ نوع تقريباً . (فصل ١٦) .

طائفة ١ . الجبريات . إسفنجيات جيرية الأشواك جيرية (كا ك أم) ، أحادية ، ثلاثية ، أو رباعية الأشعة ؛ سطح الجسم شوكي ، الفوهة محاطة بأشواك غالباً ، اللون قاتم ، الطول غالباً أقل من ٦ بوصات (١٥ سم) . **ليوكوسولينا ، سكيفا**

طائفة ٢ سداسيات الأشواك . إسفنج زجاجي . الشكل غالباً أسطواني أو قمعي ؛ الأشواك سيليكية ، سداسية الأشعة ، ذات ترتيب محدد ، منفصلة أو ملتصقة ، تشبه أحياناً الزجاج المجذول ؛ الطبقة السطحية من مدمج خلوي رقيق ؛ الخلايا المطوقة توجد فقط في غرف أصبعية الشكل ؛ بحرية ، على أعماق من ٣٠٠ قدم إلى ٣ أميال (٩١ متراً إلى ٤,٨ كيلو متراً) . **يوليكطلا ، سلة زهور فينوس .**

طائفة ٣ . الإسفنجيات الشائعة . الهيكل من أشواك سيليكية ، من إسفنجين ، أو من كليهما ، أو لا يوجد هيكل ؛ الأشواك لا تكون سداسية أبداً ؛ القنوات معقدة . **هاليساركا ، عذبة الهيكل ؛ كليونا ، تنقب في الأصداق ؛ سبونجيللا ، جيلاتينية ، في الماء العذب ؛ يوسبونجيا (سبونجيا) ، إسفنج اللحم .**

طائفة ٤ . الإسفنجيات المرجانية . الهيكل كبير جيري (كا ك أم) صلب ؛ النسيج الحى عبارة عن قشرة رقيقة على السطح . توجد على الشعاب المرجانية . **سولوبوريللا .**

فرع ٣ . المتازوا الأصيلة (الإنتروزوا) الجسم غير مثقب ، توجد أنسجة حقيقية قسم أ . **الشعاعيات**

التمائل شعاعي أو شعاعي جانبي ، لا توجد أعضاء

شعبة ٤ . اللاسعات (الجوفصميات) . التماثل شعاعي أو شعاعي متحور ، الفرد إما بوليب أسطواني مثبت ، وغالباً يكون مستعمرات ، أو ميلوسة شبيهة بالجرس حرة السباحة بها ميزوجليا هلامية كبيرة ؛ توجد عناقض لاسعة (حوصلات خيطية) ؛ التجويف الهضمي كيسي الشكل ، أحياناً متفرع ؛ لوامس رخوة حول الفم أو على حافة الجرس ؛ الجهاز العصبي منتشر ؛ البعض به بقع عينية ، لا يوجد شرج ، أو رأس ، أو أجهزة عضوية أخرى ، التكاثر عادة لا جنسي في البوليبيات و جنسي في



الإسفنجيات



المرجانيات



الحيوانات



الزحريات



حاملات الأمشاط

شكل ١٤ - ٦ : شعب الإسفنجيات واللاسعات (ثلاث طوائف) وحاملات الأمشاط

الميلوسات ؛ ثنائية المسكن أو أحادية المسكن ؛ لا توجد قنوات جنسية ؛ جميعها مائية ، معظمها بحرية ، مثبتة أو طافية . من العصر الكامبري الأدنى إلى العصر الحديث . ١٠,٠٠٠ نوع . (فصل ١٦) .

طائفة ١ . الهلديات . بولييات (وبعض الميلوسات) . يفتح الفم في تجويف هضمي بدون حواجز ؛ مستعمرات عادة ، أنفرادية أحيانا ؛ تتجمع عادة مكونة ميلوسات حرة لها تقاب ، . الهيدرا ، تعيش في المياه العذبة ، إنفرادية ، لا توجد ميلوسة ؛ **تيوبولانا** ، أو **بليا** ، الخ ، جميعها جالسة ، تكون مستعمرات ؛ **هيليبورا** ، مرجان لاسع ، له حويصلات خيطية ذات فعالية كبيرة ؛ **جونيونيوموس** ، ميلوسة كبيرة الحجم ؛ **كراسيبيلا كوستا** ، حيوان هلامي يعيش في الماء العذب ، قطره ٢٠ مم ؛ **فيزاليا** تعرف برجل الحرب البرتغالي ، مستعمرة معقدة طافية .

طائفة ٢ . الفنجاليات . حيوانات هلامية ، غالبا ميلوسات حرة الطفوتشبة الجرس أو المظلة ، لها تماثل رباعي مميز وميزوجليا كبيرة الحجم ؛ لواصم فمية حول الفم ؛ معدة وسطية لها جيوب وقنوات متفرعة ؛ أعضاء حس على حافة الميلوسة ؛ ثنائية المسكن ، المتناسل في التجويف الفمي ؛ الجبل البوليسي مختزل أو لا يوجد ؛ جميعها بحرية ؛ **الأوربليا** ، الحيوان الهلامي الشائع في الشواطئ ؛ **سيانبا** ، يصل قطرها إلى ٢.١ مم ، في المياه القطبية الشمالية وجنوبا .

طائفة ٣ . الزهريات . شقائق النعمان ، المرجان ، الخ ؛ جميعها بولييات مثبتة (لا يوجد طور ميلوسي) ؛ قرص فمي مفلطح بلوامس مجوفة حول الفم ، يؤدي الفم إلى بلعوم ؛ التجويف الهضمي مقسم بمحاور عمودية تحمل حويصلات خيطية ومناسل ؛ جميعها بحرية ، تعيش انفرادية أو في مستعمرات . **تيوبورا** المرجان الأغواني ؛ **ألسونيوم** ، المرجان الرخو ؛ **جورجوليا** ، مروحة البحر ؛ **بنايولا** قلم البحر بشبه الهشة ؛ **متهديم** ، من شقائق النعمان ؛ **إيزوانفوس** ، من شقائق النعمان ويعيش على السرطان الناسك ؛ **أكروپورا** ، **هاندورا** ، الخ ، مرجانيات تبني الشعاب المرجانية في البحار الإستوائية

شعبة ٥ : حاملات الأمشاط . حيوانات هلامية مشطية ، التماثل شعاعي جانبي ؛ شكل الجسم متباين ؛ الميزوجليا كبيرة الحجم ؛ بها عادة ثمانية صفوف من صفائح مشطية خارجية تستخدم في الحركة ؛ للجهاز الهضمي فم ، ، بلعوم ، ، معدة وقنوات متفرعة ؛ توجد ثقبو شرجية ؛ لا توجد حويصلات خيطية ، لكن ذوات اللوامس لها خلايا لزجة تعرف بالخلايا اللاصقة ؛ الجهاز العصبي منتشر ؛ عضو حسي بعيد عن الفم ، أحادية المسكن ، تتكون الخلايا التناسلية على جوانب القنوات الهضمية ، توجد يرقة السيدبيد ، لا يوجد طور لا جنسي ؛ جميعها بحرية ، انفرادية ؛ ٨٠ نوعاً . **بليريراكيا** تشبه ثمرة الجزر ، قطرها ١٨ مم ؛ **مسسم** ، حزام فينوس ، تشبه الشريط ، يصل طولها إلى متر ؛ **تينولانا** ، مفلطحة ، زاحفة ؛ **بيروى** تشبه الكستبان ، يصل طولها إلى ٢٠ سم ، عديدة اللوامس (فصل ١٨) .

قسم ب ذوات التماثل الجانبي

التماثل جانبي (تماثل شعاعي ثانوي في الجلد شوكيات) ، توجد أجهزة عضوية ، غالبا بها تجلوييف بين جدار الجسم والأعضاء الداخلية ؛ القناة الهضمية كاملة عادة ، لها فتحة شرج ؛

الميزودرم موجود .

تحت قسم ١ أوليات الفم

تفلق محمد لولوى ، الفم ينشأ من فتحة الجاسترولة .

قطاع أ : الالاسيلوميات

لا يوجد تجويف جسم ، تمتلئ تجويف الجسم بالبرانشيما .

شعبة ٦ . المفلطحات . ديدان مفلطحة ؛ القائل جانبي ؛ الجسم رخوى رقيق عادة ، يشبه الورقة أو الشريط ؛ القناة الهضمية غير كاملة (لا يوجد شرج) ، بسيطة ، متفرعة ، أو لا توجد ؛ العضلات جيدة التكوين ؛ التجويف بين الأعضاء الداخلية مملوءة بميزنكيما سائلة (برانشيما) ؛ الجهاز الإخراجي به نفريديات بدائية تتركب من خلايا هلبية وقنوات ؛ الجهاز العصبي يتركب غالبا من عقد أمامية أو حلقة وحبلين عصبيين طوليين يوصلات عرضية ؛ المفلطحات أحادية المسكن عادة ، الجهاز التناسلي لكل شق جنسى يتكون من مناسل وقنوات وأعضاء إضافية ، الإخصاب داخل ، البيض مجهرى له قشرة ويحتوى على خلايا محبة ، التكوين الجنيني قد يكون مباشرا أو من خلال طور يرقى أو أكثر ؛ المفلطحات بعضها حر المعيشة ، البعض الآخر تكافئ أو متطفل ؛ هناك ما يزيد عن ١٠,٠٠٠ نوع من المفلطحات (قفص ١٧) .

طائفة ١ التريلاريا . ديدان مفلطحة حرة المعيشة ؛ البشرة مهدبة تحتوى على عصى وعدد من الغدد المخاطية ؛ غالبا ذات ألوان ، البعض له ألوان راهية ؛ الفم بطنى ، لا توجد مصصات ؛ التكوين مباشر أو من خلال طور يرقى ؛ البعض يتكاثر لا جنسيا . **أنابيروس** ، بحرية ؛ **ميكروسوم** ؛ **يوبلاتاريا** ، **ديوجيزيا** (ذات ألوان) ، **دنلروسيلوم** (بيضاء ناصعة) ، فى المياه العذبة ؛ **باياليوم** تعيش على اليابسة فى المناطق الرطبة ؛ **ليتوبلانا** ، بحرية .

طائفة ٢ . التريماتودا ديدان مفلطحة ؛ الجسم مغطى بجليد سميك ، عديدة اللون عادة ؛ الفم أمامى عادة ، القناة الهضمية لها شعبتان رئيسيتان ؛ المصصات حول الفم أو على السطح البطنى ؛ أحادية المسكن غالبا ؛ جميعها متطفلة . **سفيراتورا** ، **بوليسوما** ، متطفلة على خياشيم الأسماك والبرمائيات ؛ **فاشيولا** ، كلو نوركسى ديدان كبدية ؛ **هيسوسوما** ، دودة الدم ، جميعها طفيليات داخلية ولها أطوار يرقية فى عوائل متوسطة .

طائفة ٣ . السنودا . ديدان شريطية ؛ الجسم مغطى بجليد سميك ؛ عديدة اللون ؛ ليس لها قناة هضمية أو أعضاء حس فى الطور البالغ ؛ منطقة الرأس بها مصصات (وخطاطيف غالبا) للاتصاق بالعائل ؛ منطقة الجسم مقسمة إلى عدد محدود أو كبير من العقل الكاذبة (أسلات) ، كل أسلة متكاملة جنسيا (بها أعضاء تناسلية ذكرية وأنثوية) ؛ السنودا جميعها متطفلة ، لها عادة عوائل متبادلة ، الأطوار البالغة فى أمعاء الفقاريات . **ديفيللو بوثريوم** ، دودة السمك الشريطية ، تصيب الإنسان ؛ **ليجيولا** ، يرقاتها تعيش فى أسماك المياه العذبة ، الأطوار البالغة فى الطيور آكلة الأسماك ؛ **هيمينوليس** ، **ديليديوم** ، **تينا** ، **مونيزيا** ، **إكتنوكوكسى** ، متطفلة على الإنسان والفقاريات العليا .

شعبة ٧ . النمر تينيا . ديدان شريطية ؛ الجسم رقيق ، رخو ، له قدرة كبيرة على التقبض ، مهدب ، غير معقل ؛ غالبا ذات ألوان زاهية ؛ تتميز بمخروط طويل قابل للإرتداد في غمد خاص منفصل عن القناة الهضمية ، الفم أمامي ، القناة الهضمية كاملة ومستقيمة ولها فتحة شرج ؛ تجلويف الجسم ممتلئة بميزنكيما (برانشيما) ؛ السيلوم غائب ؛ توجد ثلاثة أوعية دموية طويلة ، وقناتان إخراجيتان جانبيتان بخلايا لمية ؛ الجهاز العصبي مكون من عقد أمامية وجذعين عصبيين طويلين عادة ؛ الجنسان منفصلان ، المناصل عديدة ، التكوين مباشر أو من خلال طور يرق ؛ التكاثر اللاجنسي بالتجزؤ . النمر تينيات حرة المعيشة ، معظمها بحرية ، أنواع قليلة تعيش في المياه العذبة أو على اليابسة ؛ ٥٥٠ نوعاً ؛ لينوس ، سيريراثولاس ، جيونيموتس ، بروستوما (فصل ١٨) .

شعبة ٨ . الجناثوستوموليدا . الجسم أسطواني ، شبة شفاف ، الطول لا يتعدى المليمتر . الجسم مغطى بأهداب ، وغير معقل ؛ الفم بطني مزود بفكوك معقدة تحمل أسناناً ، لا يوجد شرج ، أو جهاز إخراجي أو سيلوم ؛ الجهاز العصبي له عضو حسي أمامي ؛ جميعها خنثى ؛ حيوانات بحرية تعيش معيشة لاهوائية في الطين والرمل . جنالومولا .

قطاع ب . السيلوميات الكاذبة

التجلويف بين جدار الجسم والأعضاء الداخلية ليست سيلوماً حقيقياً ، يوجد شرج .

شعبة ٩ . الإنستوبروكتا . حيوانات دقيقة ، تعيش انفرادية أو في مستعمرات ، لكل فرد ساق وكأس يحمل دائرة من لوامس مهدبة عديدة ، القناة الهضمية لها شكل U ، كلا الفم والشرج داخل دائرة اللوامس ، تجلويف الجسم سيلومي كاذب مملوء بالبرانشيما ؛ أحادية المسكن أو ثنائية المسكن ؛ توجد ملتصقة بالصخور أو بحيوانات أخرى في المياه الملحة أو العذبة ؛ حوالي ٦٠ نوعاً . بديسلينا ، أو ماتينا .

شعبة ١٠ . الدوارات (الروتيفرا) . حيوانات عجيبة ، الجسم مركب من جذع و ١١ ذيل ؛ مدبب ، مغطى بجليد . الطرف الأمامي به قرص يحمل أهداباً عند الحافة ، عندما تتحرك الأهداب يبدو كأنه عجلة دوارة ؛ البلعوم مزود بفكوك ؛ الذيل مفصل غالباً ، له ١١ أقدام ؛ بها غدد لاصقة تساعد الحيوان على الإلتصاق بالأجسام ؛ الذكور مجهرية ، أو لا توجد . التكاثر جنسي . يوجد أيضاً تكاثر بكري ؛ معظمها حرة المعيشة ، إنفرادية ، تكثر في المياه العذبة ؛ ١٧٠٠ نوع . هيدراتينا ، إنفرادية ؛ كوللوثيكا ، تعيش في أنابيب (فصل ١٨) .

شعبة ١١ . البطنديديات (جاستروتريكا) . حيوانات مجهرية ، طولها يصل إلى ٠.٥٤ مم ؛ الفم



شكل ١٤ - ٧ : شعبة الديدان المفلطحة (ثلاث شعب) ، والنمر تينيا والمحيطات

أمامى محاط بأشواك شعرية ، سطح الجسم مغطى بقشور وأشواك شعرية وأنابيب لاصقة ، السطح البطنى مسطح يحمل صفين طويلين من الأهداب يستعملان في الحركة ؛ حيوانات انفرادية تعيش في المياه العذبة والمالحة ؛ ٢٠٠ نوع ؛ كيتونوتس .

شعبة ١٢ : الكيتونيريكيا (إكتوديرا) . لا يتعدى طولها مليمترًا واحدًا . الجسم أسطوانى ، الرأس يحمل حلقتين من الأشواك ؛ الفم له خرطوم شوكة قابل للإرتداد ؛ الجسم مكون من ١١ (أو ١٢) حلقة مغطاة بجليد وتحمل أشواكاً ؛ القناة الهضمية كاملة ؛ الجنسان منفصلان ؛ حيوانات بحرية ؛ ٣٠ نوعاً . إكتوديرا .

شعبة ١٣ . البريابولويديا . حيوانات يصل طولها إلى ٨ سم ؛ الجسم منبرى الشكل ، الطرف الأمامى به جزء متفخ مقlob للداخل يحمل صفوفاً طويلة من الأشواك ؛ الجسم ضيق بخطوط عرضية (غير معقل) ؛ القناة الهضمية مستقيمة ، الشرج في الطرف الخلفى يحيط به أطراف ذيلية ؛ السيلوم الكاذب كبير الحجم ؛ الحيوانات البالغة لا يوجد بها جهاز دموى أو أعضاء حس ؛ الجهاز الإخراجى مكون من نفريدين بدائية ؛ الجنسان منفصلان ؛ حيوانات بحرية ، ثمانية أنواع فقط . بريابولوس (فصل ١٨) .

شعبة ١٤ . الحيطيات . ديدان أسطوانية ، الجسم مستدير في المقطع العرضى ؛ وهو نحيف طويل مذهب الطرفين مغطى بجليد صلب ؛ لا يوجد تعقيل ؛ القناة الهضمية كاملة ومستقيمة ؛ توجد عضلات طويلة فقط تقوم بحركات انثنائية ؛ الأعضاء الإخراجية بسيطة ، اثنان ، واحد ، أو لا توجد ؛ تجلويف الجسم (سيلوم كاذب) غير مبطن ؛ الجهاز العصبى مكون من حلقة عصبية أمامية وستة جبال عصبية طويلة ؛ الجنسان منفصلان ، الذكر أصغر حجماً من الأنثى ، المناسل متصلة بقتوات تناسلية ، التلقح داخلى ، التكوين مباشر ، لا يوجد تكاثر لا جنسى ؛ بعض الحيطيات حرة المعيشة في التربة أو الماء ، البعض الآخر متطفل ؛ أكثر من ١٢,٠٠٠ نوع . أنجيولولا ، تعيش في الخلل ؛ هيتروديرا ، توجد في جذور النباتات ؛ أسكاروس ، أو كسيوروس ، سترونجولوس ، فيلاريا وجميعها متطفلة على الطيور والثدييات ؛ أنكلوستوما ، نيكاتور ، من الديدان الحطافية ؛ تريكتيلا ، دودة التريكتينا (فصل ١٧) .

شعبة ١٥ . المتافورا (جوردياسيا) ديدان شعر الخيل ؛ الجسم غطى الشكل غير مذهب ؛ الطرف الأمامى مفلطح قليلاً ؛ الجليد غير شفاف خشن ، العضلات طويلة فقط ؛ القناة الهضمية كاملة في الأطوار الصغيرة ؛ تجويف الجسم قد يكون سيلوماً كاذباً كاملاً أو مختلفاً بيزنكيما . الجهاز العصبى مكون من حلقة عصبية حول المريء وحبل عصبى بطنى واحد ؛ الجنسان منفصلان ،



المتافورا

المتافورا

المتافورا (المتافورا)

المتافورا (المتافورا)

المتافورا

يوجد منسلان وقنواتهما ؛ الأطوار اليرقية تنطفل على الحشرات ؛ الأطوار البالغة تعيش حرة في الماء ؛ حوالي ١٥ نوعاً في أمريكا الشمالية . جورديوس (فصل ١٨) .

شعبة ٩٦ (الرأس شوكلات) .

بدنان شوكية الرأس . الجسم طويل مفلطح خشن أثناء الحياة ، واسطواني أملس عند الحفظ ؛ الجليد رقيق ؛ الطرف الأمامي يحمل خرطوماً غير مدبب ، قابلاً للارتداد ، مزوداً بصفوف من الخطاطيف ، المعقوفة ؛ لا توجد قناة هضمية ؛ الجنسان منفصلان ؛ جميعها متطفلة ، اليرقات في مفصليات القدم ، والأطوار البالغة في الفقاريات ؛ ٣٠٠ نوع .

إكينوريكوس (فصل ١٨) .

قطاع جد السيلوميات الأصلية

ها سيلوم حقيقي ، مبطن عادة بطبقة من الخلايا .

شعبة ١٧ الربايزوا (إكوبروكتا) . حيوانات حزازية ؛ تكون مستعمرات متفرعة شبيهة بالنباتات ، أو تمتد على شكل طبقة تغلف الصخر أو الأصداف ، أو تكون على شكل كتل جيلاتينية ؛ الأفراد عديدة ودقيقة ، لكل منها مسكن منفصل ؛ يوجد حول القم لوفوفور يحمل لوامس مهدبة (قابل للارتداد عادة) ؛ القناة الهضمية كاملة لها شكل U ؛ السيلوم جيد التكوين مبطن بالبريتون ؛ عقد عصبية بين القم والشرح ؛ حيوانات أحادية المسكن ، تنشأ المناسل من البريتون ، البيض يتكون داخل جيب حضانة بريوتي ؛ يوجد طور يرقي يعرف بالتروكوفور ؛ المستعمرات تتكون بالترعم اللاجنسي ؛ معظم هذه الحيوانات بحرية ، جالسة ؛ من العصر الأوردوفيس إلى العصر الحديث ؛ ٤٠٠ نوع ؛ ميمبرانيورا ، ألسونيديوم ، يوجولا ، جميعها بحرية ؛ بلوماتيلا ، كرمستانلا في الماء العذب (فصل ١٨) .

شعبة ١٨ : الفورونيديا . الجسم دودي الشكل اسطواني ، غير معقل ؛ الطرف الأمامي مزود بفصين لولبيين (لوفوفور) يحملان لوامس مهدبة ؛ القناة الهضمية لها شكل U ؛ السيلوم مبطن ويمكن من ست غرف ؛ توجد أوعية دموية متقبضة ، ونفريدتان ، وحلقة عصبية أسفل اللوامس ؛



الربايزوا كوفورا
(عدلات الأرواح)

الكافورينا

فوات الصراخين

الميمبرانيورا
(البطيخيات)

البلوماتيلا
(الراسمليات)

هذه الحيوانات آحادية المسكن ، بحرية ، لها يرقة حرة السباحة ، الحيوان البالغ يعيش داخل أنبوبة غشائية يفرزها بنفسه في الطين أو الرمل ؛ ١٥ نوعاً . **فورونيس** .

شعبة ١٩ . البراكوبودا . الأصناف المرسجة ؛ لها صدفة جيرية خطيرة مكونة من مصرعين غير متشابهين ، ظهري وبعطي مبطنين بيرنس رقيق ؛ يوجد ساق لحمي يساعد في الالتصاق بالصخور ؛ القم يسبقه فصان لحميان لوليان (لوفوفور) ، يدعمهما أنشودة صلبة ؛ القناة المضمية بشرج أو بدون ؛ السيلوم جيد التكوين ، مبطن ؛ القلب صغير ؛ التفريعات زوج أو زوجان ؛ الجنسان منفصلان ، المناسل زوجية ، الرقعة مهدبة ، لا يوجد تكاثر لا جنسي ؛ جميعها بحرية ؛ من العصر الكامبري إلى العصر الحديث ؛ حوالي ٢٦٠ نوعاً حياً ، وأنواع حفرية عديدة . **لتنجولا** ، **تريباتولينا** ، **ماجياتيا** (فصل ١٨) .

شعبة ٢٠ الرخويات . التمثال جانبي (البعض له صدغه وأحشاء ملتفة) ؛ التعقيل نادر ؛ الجسم رخو مغلي بيرنس رقيق يبرز عادة صدفة مكونة من ١ ، ٢ ، أو ٨ أجزاء ؛ يوجد عادة رأس أمامية وقدم بعطي يستعمل في الحركة ؛ القناة المضمية كاملة ؛ قلب ظهري وأوعية دموية ؛ التنفس بالخياشيم عادة ، السيلوم مختزل ، التفريعات ١ ، ٢ ، ٤ ، أو أكثر ؛ الجهاز العصبي الهوائي مكون من ثلاثة أزواج من العقد ، ووصلات ، وأعصاب ؛ العديد من الرخويات لها أعضاء تحس (الشم والإبصار) ؛ الجنسان منفصلان عادة ، منسل واحد أو منسلان ، الرخويات تضع بيضاً عادة ، التكوين مباشر أو يمر بطور يرق ؛ معظمها يعيش في المياه المالحة والمالحة ، بعض القواقع تعيش على اليابسة ؛ من العصر الأوردوفيس إلى العصر الحديث ؛ ٤٠,٠٠٠ نوع حفرى ، ٨٠,٠٠٠ نوع حي (فصل ١٩) .

طائفة ١ . أحادييات الألواح (مونوبلاكوفورا) . الجسم بيضاوي وكذلك القدم ؛ الصدفة أحادية ؛ الخياشيم ٥ أو ٦ أزواج ؛ التفريعات ٦ أزواج ؛ المناسل زوجان ؛ القلب مكون من بطنين وأربعة أذينات ؛ حيوانات بحرية ؛ من العصر الكامبري الأدنى إلى العصر الديفوني ؛ ٧ أنواع حديثة . **نيوبيلينا** .

طائفة ٢ . عديدات الألواح (بوليلاكوفورا) . الكايتون ؛ الجسم طويل شبه بيضاوي غالباً ؛ الصدفة مكونة من ٨ ألواح ؛ الرأس مختزلة ؛ القدم كبيرة ومفلطحة ؛ اللوامس غير موجودة ، الخياشيم ٥ - ٨٠ زوجاً وتقع في ميزاب بين القدم والحزام اللحمي ؛ الجنسان منفصلان ، منسل واحد فقط ؛ حيوانات بحرية . **كيون** ، **كريتيوكيون** ، تعيش على الصخور في شواطئ المحيطات .

طائفة ٣ . عديّة الألواح (أبلاكوفورا) . أنبوبيات المعلقة ؛ الجسم دودي الشكل ؛ لا توجد صدفة ؛ البرنس له شويكات ؛ القدم مختزلة أو غير موجودة . **كيودوما** ، **نيومينا**

طائفة ٤ . مجدافيات القدم (سكلوفودا) . الأصناف الستية أو الأصناف النابية . الصدفة رفيعة

وأنيوية ، وكذلك اليرنس ، مدية تقريبا ، مقوسة ، ومفتوحة الطرفين ؛ القدم قمعية ؛ ٥ لوايس ؛ رقيقة حول القم ؛ الحياشيم غير موجودة ؛ الجنسان منفصلان ، منسل واحد فقط ؛ حيوانات بحرية - تحفر في الرمل أو الطين في المياه الضحلة ولأعماق تصل إلى ٤٥٠٠ متر . ذقالبوم .
طائفة ٥ . البطنقديمات (جاستروبودا) .

تضم القواقع ، الزباقات ، البطليوس ، والحلزونات البحرية ؛ رخويات حدث فيها التواء ؛ الكتلة الحشوية عديدة الجمائل عادة ، وتوجد في صدفة لولبية الإلتفاف ، يمينية أو يسارية الإلتفاف (الصدفة قد تكون فمعية أو مختزلة أو لا توجد إطلاقا) ؛ الرأس مميز ويحمل زوجاً أو زوجين من اللوامس ، وزوجاً من الأعين إن وجدت ؛ القدم كبيرة ومفلطحة ؛ يوجد أذنين أصلي أسير ، الحياشيم والكليبات غالبية عادة ؛ منسل واحد فقط له قنوات خاصة ؛ معظم البطنقديمات تضع بيضا ، الأطوار اليرقية التروكوفور ثم الميرقمة ؛ البطنقديمات تعيش في البحار أو في المياه العذبة أو على اليابسة . من الأنواع البحرية . أكيميا ، باتيلا ، وهما من أنواع البطليوس ذو الصدفة القمعية المفلطحة ؛ هاليوتيس ، يعرف بالآبالون وله صدفة شبيهة بالأذن ذات فتحة كبيرة ؛ سترومبوس ودع فلورينا الضخم ، يصل طول الصدفة إلى ٢٥٠ مم ؛ يوروسالينكس ويعرف بناقب الحمار ؛ أليزيا ويعرف بأرنب البحر ، يصل طوله إلى ٣٠٠ مم ، وله صدفة صغيرة ؛ كليون ذو القدم الجناحية ، يعيش في عرض البحر ، حواف القدم ممتدة على شكل زعانف ؛ فوويس ، أيولس ، من عاريات الحياشيم أو الزباقات البحرية ، وهي عديدة الصدفة ؛ من أنواع المياه العذبة : فيلياروس ، شيميا ، فايزا ؛ من الأنواع الأرضية : بوليچيرا ، زونييس ، هيليكس ، قواقع أرضية ؛ هيكس ، أريوباكس ، من الزباقات لها صدفة صغيرة داخل اليرنس .

طائفة ٦ . قزات المصراعين (بايفالنيا) . إسفينيات القدم . الصدفة ذات مصراعين جانبيين ، متماثلين عادة ، لها مفصل ظهري ورباط أيضا ؛ يقفل المصراعان بواسطة عضلات ؛ لا يوجد رأس أو فكوك أو سفن ؛ اليرنس مكون من فصين ، أيمن وأيسر ، وتكون حوافه مزرقين خلفين يسمحان بمرور تيار من الماء داخل تجويف اليرنس ؛ القم مزود بملامس رخوة ؛ القدم تشبه الإسفين وتمتد بين حواف اليرنس وتستخدم في الحركة ؛ الحياشيم كبيرة وصفحية الشكل ؛ الجنسان منفصلان عادة ؛ الأطوار اليرقية ، التروكوفور ثم الميرقمة ؛ معظمها بحرية ، البعض يعيش في المياه العذبة . أوستريا ، محار صالح للأكل ؛ ما يتيلوس ، محار بحري ، كلا النوعين متنان ؛ هكتين ، سكالوب ، بحري ، يسبح في الماء بصفق المصراعين مع بعضهما البعض ؛ لامبيليس ؛ يونيو ، من



شكل ١٤ - ١٥ : شعبة الحلقيات . ثلاث طوائف

عمار المياه العذبة ، ماكيترا (طول الصدفة يصل إلى ١٥٠ مم ؛ فيتوس إنسس ، ميا ، من الخار البحرى ، فولاس ، بحرى ، يحفر فى الطين أو الصخر ، توييدو ، بحرية ، تعرف بدودة السفن لها جسم رفيع وصدفة صغيرة ، تحفر فى الخشب .

طائفة ٧ . الرأسقدميات (السفالويدا) . تضم النوتيلوس ، الحبار ، والأخطبوط . الصدفة خارجية أو داخلية ، أو لا توجد ؛ الرأس كبيرة ؛ العين مميزة ومركبة ؛ الفم مزود بفكوك قرنية وسفن ، يحيط به ٨ أو ١٠ أذرع (أو لواص عديدة) ؛ يوجد مزارق يتكون بالقدم ويستخدم فى الحركة ؛ القعد العصية متجمعة فى الرأس على شكل « نخ » ؛ الجنسان منفصلان ، لا توجد أطوار يرقية ؛ جميعها بحرية . نوتيلوس ، يعرف بالنوتيلوس اللؤلؤى ، له صدفة ملتفة خارجية ؛ سيبيا ، الحبار ؛ لوييجو ، حبلر أيضا ، له عشرة أذرع ؛ أوكويس ، الأخطبوط ، يعرف بشيطان البحر ، له ثمانية أذرع .

شعبة ٢٩ . الحلقيات . ديدان حلقية . الجسم رخو ، طويل ، مكون عادة من عقل عديدة متشابهة ، تحمل أشواكاً دقيقة تستعمل فى الحركة ، الجليد رقيق ؛ عضلات دائرية وطولية جيدة التكوين ؛ القناة الهضمية كاملة ، أنبوية عادة ؛ السيلوم كبير الحجم ومبطن بالبريتون ؛ جهاز دورى دموى مقفل ؛ التفريدات مرتبة فى أزواج ، الجهاز العصبى مكون من زوج من القعد الظهرية (المخ) يقع فى الطرف الأمامى ، حبل عصبى بطنى مصمت (مزدوج) يمتد بطول الجسم به عقدة عصبية وأزواج من الأعصاب فى كل عقدة ؛ توجد خلايا حسية وأعضاء اللمس والتذوق والضوء ؛ بعض الحلقيات أحادية المسكن (ديدان الأرض والعقليات) ذات تكوين مباشر ؛ فى البعض الآخر يكون الجنسان منفصلين (عديدة الأشواك) ولها أطوار يرقية ؛ بعض الحلقيات تتكاثر لا جنسيا بالتبرعم ؛ تعيش الحلقيات فى المياه العذبة ، البحار ، على الأرض ، أو فى التربة ؛ أكثر من ٨٧٠٠ نوع من الحلقيات (فصل ٢٠) .

طائفة ٩ . عديدة الأشواك (بوليكتا) . ديدان الرمل ، ديدان الأنابيب ، إلخ . التعقيل مميز داخليا وخارجيا ؛ العقل عديدة ، معظمها مزود بقصوص زوجية جانبية (قديمات) تحمل أشواكاً عديدة ؛ منطقة الرأس تحمل لواص ؛ السرج غير موجود ؛ قاطنات الأنابيب لها عادة خياشيم أمامية ؛ الجنسان منفصلان عادة ؛ المناسل غير دائمة ، الإخصاب خارجى بصفة عامة ؛ لها طور يرق ؛ معظمها بحرية . لياثس ، دودة الخار ؛ بوليجورديوس ، كيجيروس ، أرانيكولا ، سيروس ، سيريوالا . تعيش فى أنابيب تبنيها لنفسها .

طائفة ٢ . قليلات الأشواك (أوليجوكتا) . ديدان الأرض ، إلخ . التعقيل مميز خارجيا وداخليا ؛ لا يوجد رأس أو قديمات ؛ الأشواك قليلة فى كل عقدة ؛ أنواع قليلة لها خياشيم ؛ يفرز السرج شحنة للبيض ؛ حيوانات أحادية المسكن ، لا يوجد طور يرق ؛ معظمها تعيش فى الماء العذب والتربة . كيجاستر ، يعيش تكافليا على إسفنجة المياه العذبة والواقع ؛ توييفكس ، يعيش فى أنابيب بالطين ؛ إنكيترايوس ، فى التربة وعلى شواطئ البحار ؛ إلفيزيا ، فى أكوام السباح ؛

اللولوبوفورا ، لامبريكس ، في التربة .

طائفة ٣ . العلقيات . ديدان علقية . الجسم ملون ومفلطح قليلا ؛ محس كبير في مؤخرة الجسم ، وغالبا محس أصغر في مقدمته ؛ لا توجد لوامس أو قديعات أو أشواك ؛ الجسم مقسم إلى ٣٤ عقلة غير واضحة ، التقسيم يظهر خارجيا ؛ السرج بسيط ؛ السيلوم مملوء بنسيج ضام وعضلات ؛ أحادية المسكن ، يحفظ البيض عادة في شرائق ، لا يوجد طور يرق ، تعيش العلقيات في المياه العذبة ، المالحة ، أو على الأرض . يلاكوبديلا ، توجد على ساحل المياه العذبة ؛ هيرودو ، العلق الطلي ؛ ماكروبيديلا يصل طولها إلى ٣٠٠ سم وتعيش في المياه العذبة وتهاجم الإنسان والماشية والضفادع ، إلخ ؛ هيماديسا ، العلق الأرضي الاستوائي ويوجد في جنوب شرق آسيا .

شعبة ٢٢ . السيونكولا . ديدان الفول السوداء ؛ الجسم نحيف يشبه قرع الصل ؛ الجزء الأمامي (متفمد) رفيع ، يمكنه الارتداد داخل الجسم ، ويمثل لوامس مجموعة قصيرة حول الفم ، لا يوجد تعقيل أو أشواك ؛ القناة الهضمية رفيعة لولبية ، فتحة الشرج ظهريّة عند قاعدة الجزء الأمامي المتفمد ؛ السيلوم كبير غير مقسم ، مهدب ، يحتوي على كريات بها صبيغ تنفسي ؛ عقد عصبية ظهريّة أمامية وحبل عصبي بطني ؛ الجنسان منفصلان ؛ حيوانات بحرية ؛ ٣٢٠ نوعاً . سينكيولس ، فاسكولوسوما .

شعبة ٢٣ . الأكويورا . الجسم يشبه السحبي ، الطرف الأمامي مزود بمخروط مرن حوضي الشكل (غير قابل للارتداد) ، يؤدي إلى الفم ؛ الأمعاء لولبية ؛ الشرج يقع عند الطرف الخلفي ويتصل بمخبرين شرجيين ، الجهاز البولي مكون من أوعية ظهريّة وبطنيّة ؛ تفريعات في مقدمة الجسم من ١ إلى ٣ أزواج ؛ زوج من أشواك بطنيّة كبيرة أسفل الفم ؛ الحيوان البالغ غير معقل ؛ اليرقات بها ١٥ عقلة أثرية ؛ الجنسان منفصلان ؛ جميعها بحرية ؛ ١٥٠ نوعاً ؛ إكيورس ، يوريكس .

شعبة ٢٤ . الخيليات (أو نيكوفورا) . الجسم طويل ؛ لا توجد رأس ، لكن الجزء الأمامي يحمل زوجاً من قرون استشعار قصيرة وحلمات فميّة ؛ الجسم اسطواني تقريباً وغير معقل ، يوجد ١٥ - ٤٣ زوجاً من أرجل لحميّة ، غير مفصليّة ؛ حيوانات أرضيّة . يورياتس (فصل ١٨) .

شعبة ٢٥ . مفصليات القدم (أرثروپودا) . حيوانات ذات أقدام مفصليّة . يتركب الجسم نموذجياً من رأس وصدر وبطن ، كل منها مقسمة إلى عقل (قطع) متشابهة أو غير متشابهة ، منفصلة أو متحمّة بتتبع ؛ تحمل كل عقلة نموذجيّة زوجاً من الأطراف المفصليّة ؛ تغطي جميع



القنبريات

الحشرات

العنكبوت

الكوربوتا (ذوات الألف رجل ٢)

ذوات الألف رجل

شكل ١٤ - ١١ : شعبة مفصليات القدم . أمثلة للطوائف وتحت الطوائف الرئيسية الخمس

مناطق الجسم بشكل خارجي كيتني ، ينسلخ على فترات ؛ القنلة الهضمية كاملة ومستقيمة ؛ السيلوم مختزل ؛ تموييف الجسم دموية ؛ القلب في الجهة الظهرية ؛ الجهاز الدوري مفتوح (فجوى) ؛ التنفس بالخياشيم ، القصبات الهوائية ، أو الرئات الكتانية ؛ المخ ظهري ، الحبل العصبي بطني ومزدوج ، له عقدة عصبية في كل عقلة ، قد تتركز العقد في الجزء الأمامي من الجسم ؛ الجنسان منفصلان عادة ، المناسل مزدوجة ، الإخصاب داخل ؛ توجد أطوار بريقة ونحور ؛ تعيش مفصليات القدم في البيئات المائية والأرضية ، وهي حرة المعيشة ، تكافلية ، أو متطفلة ؛ من العصر الكامبري إلى العصر الحديث ؛ أكثر من ٩٠٥,٠٠٠ نوع (فصل ٢١) .

تحت شعبة أ : التريلوبتا . الجسم مقسم إلى ثلاثة فصوص بواسطة أخلودين طوليين ؛ الرأس مميزة ؛ البطن مقسم إلى ٢ - ٢٩ عقلة وينتهي بصفيحة ذيلية مندمجة ؛ جميع العقل عدا الأخيرة تحمل أطرافاً ثنائية التفرع ؛ حيوانات بحرية ؛ من العصر الكامبري إلى العصر البرومي . تريلولوس (فصل ٢١) .

تحت شعبة ب . ذوات القرون الكلاية . قرون الاستشعار غير موجودة ، الجسم مكون من رأس صدر له ستة أزواج من الأطراف (زوج من قرون كلاية ، زوج من سلاسل قديمة ، أربعة أزواج من الأرجل) ، وبطن ؛ معظمها أرضية .

طائفة ١ . الميوسترماتا . الرأس صدر متصل بالبطن ، ويحمل ٥ أو ٦ أزواج من الأطراف ؛ توجد أعين مركبة جانبية ، حيوانات مائية . ليمولس ، سرطان حلوة الحصان ، يوريستيروس (فصل ٢١) .

طائفة ٢ . ييكنوجونيدا (بانتروبدا) . عناكب البحر ، معظمها صغيرة ؛ الأرجل طويلة جداً ؛ الجسم قصير ونحيل ؛ الفم ماص ويقع على خرطوم طويل ، حيوانات بحرية . ييكنوجونم (فصل ٢١)

طائفة ٣ . العنكبوتيات . تضم العناكب ، العقارب ، الحلم ، القراد ، إلخ . البطن بدون أطراف للحركة ، الأعين بسيطة ؛ الخياشيم غير موجودة ؛ حيوانات أرضية . إيبوا ، عنكبوت ؛ صاركوبس ، من حلم الجرب ؛ أورنيثودوروس ، من القراد . (فصل ٢١) .

تحت شعبة جـ . ذوات الفكوك (ذوات قرون الاستشعار) الجسم مكون من جزئين (رأس وجذع) أو ثلاثة أجزاء (رأس ، صدر بأرجل مشي ، وبطن) ؛ يوجد زوج أو زوجان من قرون الاستشعار ، زوج من الفكوك الأمامية ، زوج أو أكثر من الفكوك الخلفية ، وثلاثة أزواج أو أكثر من أرجل المشي .

طائفة ١ . القشريات . تضم جراد البحر ، السرطانات ، براغيث الماء ، الأطومات ، إلخ . يوجد زوجان من قرون الاستشعار ، زوج من الفكوك الأمامية ، زوجان من الفكوك الخلفية ، وبعض الأطراف ثنائية التفرع ؛ التنفس يتم أساساً عن طريق الخياشيم ؛ معظم القشريات مائية . دافنيا ،

برغوث الماء ، بالاناس ، أطوم ؛ استاكوس ، كامباروس ، من جراد البحر (فصل ٢١) .

طائفة ٢ . الحشرات (ذوات الستة أرجل) ؛ لها زوج واحد من قرون الاستشعار ؛ الجسم مكون من ثلاثة مناطق مميزة الرأس ، الصدر ، والبطن ؛ يحمل الصدر نموذجياً ثلاثة أزواج من الأرجل وزوجين من الأجنحة ، معظم الحشرات أرضية . ميلانولوس ، نطاط ؛ موسكا ، ذبابة ؛ إيس ، نحلة . (فصل ٢٢) .

طائفة ٣ الميرابودا . الجسم مكون من جزئين رأس وجذع ، الرأس يحمل قرني استشعار ، زوجا من الفكوك الأمامية ، وزوجا أو زوجين من الفكوك الخلفية ؛ الجذع يحمل زوجا أو زوجين من الأرجل في كل عقلة ؛ حيوانات أرضية (فصل ٢١) .

تحت طائفة ١ . ذوات المائة رجل (الكيلوبودا) . الجسم طويل ، مفلطح ، ويتركب من ١٥ - ١٧٣ عقلة ، لكل زوج من الأرجل ؛ حيوانات أرضية . ليفوربوس ، سكولوبندرا .

تحت طائفة ٢ . ذوات الألف رجل (الدبلوبودا) . الجسم طويل ، وأسطواني ، الصدر من أربع عقل ، لكل زوج من الأرجل ؛ البطن من ٢٠ إلى أكثر من ١٠٠ عقلة مزدوجة ، لكل زوجان من الأرجل ؛ حيوانات أرضية . جولوس

تحت طائفة ٣ . السيميليا . الجسم يصل طوله إلى ٦ م ، لا توجد أعين ، الحيوان البالغ له ١٢ زوجا من الأرجل ؛ الفتحة التناسلية في منتصف السطح البطنى بين الزوج الرابع من الأرجل ؛ حيوانت أرضية . سكيوتيجهريللا وتعرف باسم ذات مائة رجل الحطاطق .

تحت طائفة ٤ . البلوروبودا . حيوانات دقيقة ؛ ليست لها أعين ؛ قرون الاستشعار ثلاثية التفرع ؛ الجسم اسطواني مكون من ١١ (١٢) عقلة و ٩ (١٠) أزواج من الأرجل ؛ الفتحة التناسلية في منتصف السطح البطنى على العقلة الثالثة ، حيوانات أرضية . بلوروبوس .

شعبة ٢٦ . البنتاستوميدا (اللنجواتوبوليدا) . دودية الشكل ، رخوة ، غير معقلة ، لكن البطن حلقي ؛ يوجد زوجان من الخطاطيف البطنية بالقرب من الفم ، حيوانات متطفلة على الفقاريات . لينجواتولا .

شعبة ٢٧ . التارديجرادا . دبية الماء أو الحيوانات الدبية ؛ الطول لا يتعدى ١ م ، الجسم اسطواني ، غير معقل ، توجد أربعة أزواج من أرجل لحمية غير مفصلية ، ولها مخالب ؛ تعيش هذه الحيوانات في الخزائيات أو في الماء العذب . إكيسكوس

تحت قسم ٢ . ثنائويات الفم

السلوم عبارة عن نموي معوى ينشأ من المعى الجنيني ، الفم لا ينشأ من فتحة الجاسترولة .

شعبة ٢٨ . الفكشوكيات (الكيتوجناتا) . ديدان سهمية ؛ رقيقة ، شفافة ، مفلطحة من الجانبين ؛ الجسم يتركب من رأس ، جذع ، وذيل ؛ الفم محاط بأشواك شعرية ؛ زعانف جانبية مزدوجة على الجذع ، زعنفة ذيلية في مؤخرة الجسم ؛ القناة الهضمية كاملة ؛ السلوم مكون من ثلاثة تجاويف مزدوجة ؛ أحادية المسكن حرة المعيشة بحرية ٥٠٠ نوعا ساجيتا (فصل ١٨)

شعبة ٢٩ . الجلد شوحيات . التمثال شعاعى ، خماسية الأجزاء عادة ، هذه الأجزاء مرتبة حول محور يمر بالتم ، لا يوجد تعقيل ، الجسم مغطى ببشرة رقيقة يليها للداخل هيكل داخلى صلب من صفائح جبرية متحركة أو ثابتة ، متراسة فى نظام ثابت ، ومزودة بأشواك خارجية (الجلد رخو والصفائح مجهرية فى خيار البحر) ، القناة الهضمية كاملة عادة ؛ السيلوم واسع ومهدب ؛ يوجد جهاز وعائى له أقدام أنبوية تستعمل فى المشى و أو إقتناص الغذاء ؛ الجنسان منفصلان ؛ المناسل كبيرة لها قنوات ؛ البيض يخصب عادة فى البحر ؛ التفرقات مجهرية ، جانبية التمثال ، ومهدبة ؛ جميع الجلد شوحيات بحرية ؛ من العصر الكامبرى إلى العصر الحديث ؛ ٥٥٠٠ نوع (فصل ١٨) .

طائفة ١ - الزنبيقيات . زنايق البحر ، نجوم البحر الريشية . الجسم شبيه بالزهرة ، يوجد كأس صندوق الشكل مركب من صفائح عديدة ، يحمل أذرا متفرعة رفيعة ؛ بعض الأنواع لها ساق لا فمى ؛ لا توجد أشواك أو ملاقط ؛ الأقدام الأنبوية عديمة المصصات . أنطيدون ، ميكاكروموس .

طائفة ٢ - النجميات . نجوم البحر . الجسم نجمى الشكل أو خماسى الأجزاء ؛ الأذرع من ٥ إلى ٥٠ ، قابلة للإنثناء ، لا يمكن تمييزها بسهولة من القرص المركزى ؛ الهيكل قابل للإنثناء وله أشواك قصيرة وملاقط ؛ ميازيب المشى مزودة بصفيين أو أربعة صفوف من الأقدام الأنبوية ؛ توجد مصفاه على السطح اللاصق ؛ المعدة كبيرة ؛ معظمها مفترسة . أسترياس ، يزاستر ، أستريما . من نجوم البحر الشائعة ؛ سولاستر ، النجم الشمس ، له ٧ إلى ١٤ ذراعاً .

طائفة ٣ - الصنديات . نجوم البحر الهشة . القرص صغير ومستدير ؛ الأذرع ٥ ، رفيعة ، مفصلية ، قابلة للإنثناء ؛ الأقدام الأنبوية مرتبة فى صفين ، ليس لها مصصات ، تقوم بوظيفة حسية كما تستخدم فى التغذية ؛ لا توجد ملاقط ؛ المعدة كيسية الشكل ، لا توجد أعلاور أو فتحة شرج ؛ المصفاه على السطح الفمى ، حيوانات حرة المعيشة ونشطة . جورجونوسيفالاس ، مرف بالنجم السلى وله أذرع عديدة التفرع ، أوفهورا ، نجم البحر الهش .

طائفة ٤ - القنفديات . قنفاذ البحر ، دولارات الرمل ، إلخ . الجسم نصف كروى ، قرصى الشكل ، أو بيضى الشكل ؛ عديمة الأذرع ؛ الصفائح الهيكلية متراسة ومتلاصقة بإحكام مكونة صدقة (صندوقاً) تحمل أشواكاً متحركة طويلة وملاقط ثلاثية التفرع ؛ الفم والشرج إما مركزيان أو جانبيين ؛ المصفاه ظهريّة ؛ أرباسيا ، سترونجيلو ستراقوس ، من قنفاذ البحر ذات الجسم نصف الكروى ؛ إكيتاراكيتوس ، ديندراستر ، من دولارات الرمل ولها جسم مفلطح ؛ سباتا نجوس ،



النجميات

النجميات

القنفديات

الزنبيقيات

النجوم

شكل ١٤ - ١٢ شعبة الجلد شوحيات . خمس طوائف

لوفنيا ، من القنفاذ القلبية .

طائفة ٥ - الحباريات . خيل البحر . الجسم يشبه السحق أو دودي الشكل ؛ جدار الجسم من سميك لين إلى رقيق شبه شفاف ؛ لا توجد أذرع أو أشواك أو ملاقط ؛ الهيكل يتركب عادة من صفائح مجهرية متناثرة ، الأقدام الأنبوية موجودة عادة ، الفم أمامي يحاط بعدد من اللوامس القابلة للارتداد ؛ القناة الهضمية طويلة لها شكل S ؛ الشرج خلفي ؛ المجمع مزود عادة بشجرة تنفسية . هولونوريا ، ثايون ، ليرسينابتا .

شعبة ٣٥ . البوجونوفورا . ديدان لحية . الجسم خيطي الشكل ، إسطوانى (قطره ٥,٥ - ٢,٥ م ، طوله ٥٠ - ٢٥٠ م) ، يوجد داخل أنبوية كيتينيه ؛ يتركب الجسم من ثلاثة أجزاء ، الجزء الأخير مقفل وبه أشواك ؛ لا يوجد فم أو قناة هضمية أو شرج أو فتحات خيشومية ؛ مقدم الجسم يحمل لامسة مهدبه أو أكثر ؛ الجهاز الدورى مقفل ؛ توجد قناتان إخراجيتان سيلوميتان ، الجهاز العصبي ظهري ، مطمور في البشرة ؛ الجنسان منفصلان ؛ جميعها بحرية ؛ غالبا على أعماق بعيدة ؛ ٤٣ نوعاً لا ميليسابيللا ، تعيش على عمق ٣٥٠٠ متراً في بحر أو كوتسك ، شمال غرب اليابسيفكي ؛ سيوجليوم ، في إنلونسيا .

شعبة ٣٦ . النصفحليات . الديدان اللسانية ، ذوات الحياشيم الجناحية ، إلخ . التماثل جانبي ؛ غير مقفلة ؛ الجسم مكون من ثلاثة أجزاء ، رفيع ودودي الشكل ، أو صولجاني الشكل في أنبوية مفرزة ؛ الفتحات الخيشومية ، عديدة ، ٢ ، أولاً توجد ؛ الجهاز العصبي له مراكز ظهريّة ؛ القناة الهضمية كاملة ، مستقيمة أو على شكل "U" ؛ حيوانات بحرية . بالانوجلوسس ، ساكوجلوسس ، سيفالودسكوس (فصل ١٨) .

شعبة ٣٧ . الحبلليات . لها تراكيب تظهر في بعض الأطوار فقط أو طوال الحياة وهي : حبل ظهري محوري قضبي الشكل يعمل كدعامة للجسم ، حبل عصبي ظهري مجوف ، وفتحات خيشومية مزدوجة بين البلعوم والخارج ؛ التعقيل واضح عادة ؛ يوجد ذيل خلف الشرج .



القرصيات



الراسعيات



دعرات الدم



الأسماك الحدوية



الأسماك الطيبة



الزواحف



الزواحف



الطيور



الحيات

شكل ١٤ - ١٣ شعبة الحبلليات - تحت شعبان دنيا وشعب الحبلليات الحية

تحت شعبة أ الذيلجيات (القريبات) . البرقات دقيقة تشبه أبوذنية ، لها فحات خيشومية ، الحبل الظهري والحبل العصي في الذيل ؛ الحيوانات البالغة أنبوية ، كروية ، أو غير منتظمة الشكل ؛ تُغطى بغطاء صلب (شفاف غالبا) ، الفحات الخيشومية عديدة ، الحبل الظهري يُفقد عادة ؛ الجهاز العصبي مختزل (فصل ٢٣)

طائفة ١ - الوريقات (لارفاسيا) ، (الأندبكيولاريا) . برقات ناضجة مستديرة دقيقة ، بلانكتونية ، تعيش في « مساكن » تفرزها لنفسها ؛ لها حبل ظهري ، « فخ » حبل عصبي ، وفحات خيشوميتان . أويكوبلورا

طائفة ٢ - الأسيديا . حيوانات ذات أحجام وأشكال متباينة ، تعيش أنفرادية أو في مستعمرات أو كأفراد مركبة ، تصبح جالسة عادة بعد التحور عندما يُفقد الذيل والحبل العصبي والحبل الظهري ، ويضمر المخ إلى عقدة ، لكن تبقى بعض الفحات الخيشومية ؛ الغطاء جيد التكوين ودائم . سيونا ، ماجيولا ، من الأسيديا البسيطة ؛ بوتريلولوس ، من الأسيديا المركبة .

طائفة ٣ - الفالاسيا . حيوانات متباينة الأحجام ؛ الأطوار البالغة حرة المعيشة ، بلانكتونية ؛ ليس لها ذيل أو حبل ظهري ، الغطاء مستديم ، مفتوح الطرفين ، لها شرائط عضلية دائرية . صالبا ، دولولم .

تحت شعبة بـ.. الراسحليات (اللبتوكاردى) .

السهيمات . حيوانات صغيرة ، رفيعة ، شبيهة بالأسماك ، ليس لها حجمية أو فكوك أو أطراف مزدوجة ؛ لها حبل ظهري وحبل عصبي يمتدان بطول الجسم ؛ الفحات الخيشومية عديدة توجد داخل جوف خارجي ، وجميعها مستديرة . برانيكوسوما ، الأمفيوكسس أو السهم (فصل ٢٣) .

تحت شعبة جـ . الفقاريات . لها قرنيوم (حجمية) ، أفواس حشوية ، « وعمود شوكة » من فقرات عقلية ؛ جميع هذه التراكيب غضروفية في الفقاريات الدنيا ولكنها عظمية في الفقاريات العليا ؛ الحبل الظهري يمتد من الذيل حتى قاعدة القرنيوم ، ينتفخ الجزء الأمامي من الحبل العصبي مكونا المخ الذي يتركب من أجزاء متخصصة ؛ منطقة الرأس بها أعضاء حسي خاصة متنوعة (الشم ، الإبصار ، السمع) ؛ توجد قنوات هلالية مزدوجة للتوازن ؛ الجهاز الدورى مقفل ، مكون من شرايين ، أوردة ، قلب من ٢ إلى ٤ حجرات ، والدلم به خلايا حمراء ويضاء

طائفة ١ - الأوستراكودرمي . أسماك مدرعة منقرضة . الرأس والجسم مصفحان بقشور كبيرة ، ملتصمة غالبا لتكون درع الرأس صدر.. سيفالامبسي ، بترامبسي .

طائفة ٢ - اللافكيات (دائريات القم ، المارزيوبرانكي ، المونورينا) . تضم اللامبري وأسماك الهاج ؛ الجسم أسطوانى ، رفيع ، له زعانف وسطية فردية فقط ؛ الجلد أملس بدون قشور ؛ لا توجد فكوك حقيقية ، توجد فتحة أنفية وسطية واحدة ، زوجان من القنوات الهلالية ، ٥ إلى

١٦ زوجاً من الجيوب الخيشومية الكيسية الشكل تفتح على جانبي الجسم ، وقلب مكون من حجرتين ؛ حيوانات مائية . بتروميوزون ، إنوسفينوس ، من اللاميرى ؛ ميكسين . من أسماك الهاج . (فصل ٢٤) .

فوق طائفة أ - الأسماك . لها زوج واحد من الأقواس الخيشومية المنحورة إلى فكين ؛ لها زعانف فردية مدعمة بأشعة زعنفة ؛ وزعانف زوجية عادة ؛ الجلد به قشور تحوى على مادة كلسية ؛ المحافظ الأنفية غير متصلة بتجويف الفم ؛ القلب به أذين واحد فقط ؛ التنفس بالخياشيم ؛ جميعها مائية (فصل ٢٤) .

طائفة ١ - الأسماك صفائحية الجلد (بلاكودرمى) . أسماك قديمة منقرضة . الفكوك بدائية ؛ القوس اللامى غير محز بلية فتحة خيشومية كاملة ؛ لا توجد فتحة تنفسية ؛ الزعانف زوجية ومتنوعة ؛ غطاء الجسم من قشور أو صفائح عظمية ؛ الهيكل عظمى . دينيكسز ، أرثرودير ؛ بتريكسيروس ، أنتيارش .

طائفة ٢ - الأسماك الغضروفية . الهيكل من الغضروف ؛ الحبل الظهرى مستديم ؛ القشور قرصية ، دقيقة ؛ يوجد على السطح البطنى للرأس الفم وحفرتان شميتان ؛ ٥ إلى ٦ أزواج من الخياشيم ، كل خيشوم فى شق منفصل ؛ الذكور لها مواسك ؛ البيض كبير ، التفليج سطحي ؛ من العصر الكربونى إلى العصر الحديث . موسطلوس ، سكوالوس ، أكاثاناس ، من قروش كلب السمك ؛ كاركارياس ، قرش أبيض ضخم ؛ رايا ، من أسماك الراى ؛ يوروباس ، من الراى اللاسعة ؛ مانقا ، سمكة الشيطان ؛ هيدرولاجوس ، شيميرا . (فصل ٢٤) .

طائفة ٣ - الأسماك العظمية . الهيكل عظمى تقريبا ؛ الفم طرفى عادة ، الجلد مغطى بقشور آدمية (عظمية) مطمورة ، من النوع الدائرى أو المسنن ؛ أربعة أزواج من الخياشيم فى تجويف مشترك (ليست فى شقوق منفصلة) ؛ مغطاه على كل جانب بغطاء خيشومى صفائحي الشكل ؛ توجد مئانة هوائية عادة ؛ لا يوجد مجمع ؛ البيض صغير ، التفليج ، سطحي ؛ تعيش فى المياه المالحة والعذبة ؛ من العصر السيلورى إلى العصر الحديث ؛ حوالى ٣٠.٠٠٠ نوع . بوليتيروس ، أبو بشر ؛ أسينسر ، الحفش ؛ ليدوستيوس ، أبو منقار ؛ كلوييا ، رنجه ؛ سالون ، تروت وسالون الأتلانتى ؛ إيزوكس ، سمك الكراكى ؛ كانوستومس ، سمكة ماصة ، أميوس ، السلور ؛ أنجيولا ، ثمان السمك ؛ جامبوزيا ، مينو علوى ؛ جادوس ، الكلاه ، بيركا ، سمك الفرخ ؛ هيوجلوس ، هاليوت ، مولا ، سمك الشمس المحيطى ؛ نيوسيرانودوس ، ليدوسيرين ، من الأسماك الرئوية (فصل ٢٤) .

فوق طائفة ب . رباعيات القدم . فقاريات أرضية رباعية الأرجل . نموذجيا ، لها زوجان من الأطراف محماصة الأصابع ، قد تتحور بتنوع ، أو تختزل ، أو لا توجد فى البعض ؛ الهيكل عظمى ، المحافظ الأنفية (فتحات الأنف) متصلة بتجويف الفم ؛ البعض له قنوات سمعية خارجية ؛ القلب له أذنان ، وتوجد دورة دموية مزدوجة .

طائفة ١ - البرمائيات . الأنواع الحية مغطاه بجلد غدى ، رطب ، ولين ، المجمعة لها لقتنان

مؤخريتان ؛ القلب ثلاثي الحجرات ؛ التنفس بالخياشيم ، الرئات ، أو الجلد ؛ البيض له غطاء جيلاتيني ، يتم وضعه عادة في الماء ؛ الرقات مائية عادة ؛ الحيوانات البالغة قد تكون مائية أو تعيش في مناطق رطبة على الأرض . من العصر الديفوني إلى العصر الحديث ؛ حوالى ٢,٦٠٠ نوع حتى .
إكثيوس ، من السلسليا عديدة الأطراف ؛ **نيكيوروس** ، **جرو الطين** ؛ **أميسوسما** ، **ترايبتيوروس** ، **بليثودون** ، من السلمندرات ؛ **بوفو** ، **علجوم** ؛ **رانا** ، **ضفدع** . (فصل ٢٥) .

طائفة ٢ - الزواحف . الجسم مغطى بجلد قرني جاف ؛ به عادة قشور أو درقات ؛ الأصابع تخفية عادة ؛ الأطراف والأصابع قد تختزل أو تختفى في العض ؛ الهيكل عظمي ، لقمة مؤخرية واحدة ؛ القلب مكون من أربع حجرات غير كاملة ؛ التنفس بالرئات ؛ التلقيح داخلي ؛ البيض غني بالمح ومغطى بقشرة ؛ معظمها بيوضه ؛ تظهر أغشية جنينية أثناء التكوين ؛ الصغار تشبه أبويها بعد الفقس مباشرة ؛ الزواحف تعيش على الأرض أو في المياه العذبة أو المملحة ، في المناطق الاستوائية والمعتدلة الدافئة . من العصر البريمي إلى العصر الحديث ؛ حوالى ٦,٥٠٠ نوع حتى . **كيليدرا** ، **كريفيميس** ، من السلاحف المائية ؛ **جوفيروس** ، **سلحفاة أرضية** ؛ **سفنودون** ، **تواتارا** **نيوزيلندا** ؛ **أنوليس** ، **حرباء** ، **سكيلوبوروس** ، **كينميدوفوروس** ، من السحالي ؛ **هلوهرما** ، **جلا** **العماق** (**سام**) ؛ **بيغون** ، **شاورينا** ، من ثعابين البوا ؛ **فاتركس** ، **ثامنوفس** ، من ثعابين الماء والجبانتر ؛ **كوليوبر** ، من الثعابين ؛ **فاجا** ، **كوبرا** ؛ **ميكوروس** ، **ثعبان المرجان** ؛ **كروتالوس** ، **ثعبان الأجراس** ؛ **الليجيور** ، **تمساح أمريكي** . (فصل ٢٥) .

طائفة ٣ - الطيور . الجسم مغطى بالريش ؛ الأطراف الأمامية متحورة إلى أجنحة للطيران ؛ القلب مكون من أربع حجرات كاملة ؛ التنفس بالرئات ؛ من ذوات الدم الحار (ثابتة الحرارة) ؛ البيض غني بالمح وله قشرة ؛ حيوانات بيوضه ؛ تظهر أغشية جنينية أثناء التكوين ؛ الطيور أرضية أو مائية . من العصر الجوراسي الأعلى إلى العصر الحديث ؛ ٨,٦٠٠ نوع . **ستروثيو** ، **النعام** ؛ **أبتريكس** ، **كويو** **نيوزيلندا** ؛ **أبتودايتس** ، **البطريق** ؛ **أوديا** ، **البلسون** ، **أناس** ، **البط** ؛ **بوفيو** ، **الصقر** ؛ **بوناس** ، **القطا** ؛ **لاروس** ، **النورس** ؛ **كوليا** ، **الحمامة** ، **دنبروكويس** ، **نقار الخشب** ؛ **باسر** ، **العصفور** . (فصل ٢٦) .

طائفة ٤ - الثدييات . الجسم مغطى بالشعر عادة ؛ الجلد به غدد متنوعة ، ومتبانية في التركيب ؛ الأطراف متنوعة تستخدم في المشي ، التسلق ، الحفر ، السباحة ، أو الطيران ؛ الأصابع عادة بمخالب أو أظافر أو حوافر ؛ يوجد حجاب حاجز عضلي رقيق بين تجويفي الصدر والبطن ؛ الذكر له قضيب ؛ الإخصاب داخلي ، للإناث غدد ثديية تفرز اللبن الذي يتغذى عليه الصغار ؛ الثدييات لها القدرة على تنظيم درجة حرارة أجسامها ؛ من العصر الترياسي إلى العصر الحديث ؛ ٤٠٦٠ نوعاً حياً . **أورنيثورنكس** ، **خلد الماء الأسترالي** ؛ **ديلفنس** ، **الأوبوسوم** ؛ **ماكرويس** ، **الكانجرو** ؛ **سكايانوس** ، **الخلد** ؛ **ميوتس** ، **خفاش** ؛ **بان** ، **شيمبانزي** ؛ **هومو** ، **الإنسان** (فصل ٢٨) ؛ **راتس** ، **جرذ** ؛ **فايزيتر** ، **حوت** ، **إلفاس** ، **فيل** ؛ **إيكواس** ، **حصان** ؛ **سيفروس** ، **أيل** . (فصل

مراجعة

- ١ - ما هو الغرض من التصنيف العلمى للحيوانات ؟ أذكر أنواع الصفات التى استخدمت كقاعدة للتصنيف .
- ٢ - عرف كلمة نوع .
- ٣ - رتب فى جدول المجموعات التصنيفية بشكل تنازلى من الشعبة إلى النوع .
- ٤ - ما المقصود بالتماثل ؟ وبالتفصيل ؟
- ٥ - ما أهمية الأسماء العلمية ؟ أشرح معنى التسمية المزدوجة .
- ٦ - مستعينا بجدول ١٤ - ٣ ، أذكر بعض الصفات الهامة لكل شعبة . قارن بين ما ذكرته والخصائص لهذه الشعب الميينة فى النبذه عن الأوليات وعالم الحيوان التى تلى الجدول .
- ٧ - يجمع بين الالامعات والجلد شوكتيات صفة التماثل الشعاعى . عدد فى عمودين مقابلين بعض صفات هاتين الشعبتين التى تبين أنهما ليسا على علاقة وثيقة .
- ٨ - أعمل مقارنة بين المفلطحات والحلقيات ميينا فيها كيف صنفت المجموعة الأولى فى مرتبة أدنى من المجموعة الثانية .

الفصل الخامس عشر

الأوليات

الأوليات حيوانات وحيدة الخلية مجهرية غالباً . تعتبر خلية الحيوان الأولى أكثر تعقيداً من خلية حيوان عديد الخلايا تركيبياً ووظيفياً . لهذا السبب ، صُنفت هذه الكائنات في عالم قائم بذاته هو عالم البروتستا . بعض الأوليات بسيطة التركيب ، والبعض الآخر توجد به أعضاء خلوية « عضيات » وهذه تتشابه وظيفياً مع الأجهزة العضوية للحيوانات عديدة الخلايا . الأوليات يُعرف منها حتى الآن ٣٠,٠٠٠ نوع ، وعدد أفرادها يزيد كثيراً عن عدد أفراد الحيوانات الأخرى مجعاه . تعيش الأوليات في بيئات رطبة - في مياه المحيطات أو في قاعها ، في المياه العذبة والمياه نصف المالحة ، في المياه المكرة ، كما تعيش أيضاً في التربة وفي المواد العضوية المتحللة . العديد من الأوليات تعيش حرة في الماء ، بعضها تثبت نفسها ، البعض الآخر يكوّن مستعمرات . هناك أوليات تعيش على أو في بعض النباتات والحيوانات ، من الأوليات إلى الإنسان . هذه العلاقات المتبادلة بين الأوليات والكائنات الأخرى تتباين بدرجة كبيرة ، من مجرد علاقة عابرة إلى تطفل بأقصى صوره . الأوليات قد تكون غذاءً لحيوانات أخرى دقيقة . بعض الأوليات تساعد في تنقية مياه المجارى ، كما أن بعضها تعتبر نقمة على الجنس البشرى إذ تسبب أمراضاً خطيرة للإنسان مثل الدوسنتاريا والملاريا ومرض النوم الأفريقي .

تصنيف الأوليات غاية في التعقيد ، وبصفة عامة يصنف معظم علماء الحيوان الأوليات إلى أربع تحت شعب وتوسع طوائف . في هذا الفصل سوف ندرس بالتفصيل المجموعات الرئيسية فقط ، كل على حده .

١٥ - ١ الخمائص

١ - الأوليات وحيدة الخلية دقيقة ، البعض يكوّن مستعمرات من أفراد متشابهة قليلة إلى كثيرة ؛ أمثال معدوم ، جانى ، شعاعى ، أو كروى .

٢ - شكل الخلية ثابت تقريباً ، قد يكون بيضولياً ، مستطيلاً كروياً ، أو غير ذلك ؛ الشكل

متنوع في بعض الأنواع ويتغير تبعاً للظروف البيئية أو العمر .

٣ - النواه مميزة ، واحدة أو أكثر ؛ توجد تراكيب أخرى كالعضيات ، لا توجد أعضاء أو أنسجة .

٤ - تم الحركة بواسطة أسواط ، أقلام كاذبة ، أهداب ، أو بحركة الخلية نفسها .

٥ - لبعض الأنواع مساكن واقية ، أو أصداف ؛ العديد من الأنواع تنتج حويصلات أو سيورات تقاوم الظروف الخارجية غير الملائمة ، كما تساعد في الانتشار .

٦ - طرق المعيشة حرة ، تكافلية ، تبادل منفعة ، أو تطفلية .

٧ - التغذية متنوعة : (أ) تغذية حيوانية ، تتغذى على كائنات أخرى (بكتيريا ، محار ، طحالب ، أوليات أخرى ، إلخ ..) ؛ (ب) تغذية رمية ، تتغذى على مواد ذائبة في الوسط المحيط ؛ (ج) تغذية نباتية ، أو تغذية ذاتية ، بالمثل الضوئي كما في النباتات . بعض الأوليات تجمع بين طريقتين للتغذية .

٨ - تكاثر لا جنسي بالانشطار الثنائي ، الانشطار العديدي ، أو التبرعم ؛ بعض الأوليات تتكاثر جنسياً باتحاد الأمشاج أو بالاقتران (في الهدديات)

اختلفت الأوليات من أصول بائنة مجهولة للكائنات الحية الأولى التي ظهرت على الأرض . لم تترك الأنواع ذات الأجسام الرخوة سجلاً حقيقياً لها ، ولكن العمر الأقصى لهذه الشعبة أمكن إثباته حينما اكتشفت بعض البقايا الصلبة للراديو لاريا في الصخور قبل الكامبرية . بعض السوطيات حاملة الكلوروفيل تشبه الطحالب الخضراء في التركيب والوظيفة ، وقد يوحي هذا بأصل مشترك للنباتات والحيوانات ، معظم الأوليات متناهية في الصغر بحيث لا يمكن قياسها إلا بالميكرومتر (الميكرومتر ، $1\text{mm} = 0.001\text{m}$) ، بعض الأوليات لا يتعدى طولها ٢ أو ٣ ميكرومتر . يمكن لأثنى عشر فرد من الباميزيا أن تعيش داخل خلية دم حمراء واحدة ، وأيضاً بضغ مئات من الليشمانيا (من السوطيات) يمكنها أن تتواجد في خلية نسيجية واحدة . معظم الأنواع تكون أقل من ٢٥٠ ميكرومتراً في الطول ، لكن هناك حيواناً أولياً هديا (سيروستوم) ينمو إلى ٣ م ، وآخر جرثوميا (بوروسورا جيجانتيا) إلى ١٦ م .

طائفة اللحميات أو الساركودينا (الأميبات وغيرها)

الأميبا الشائعة ، أميبا بروتوس ، تعتبر مثلاً لأوليات من طائفة الساركودينا (ساركودس : لحمي) . تعتبر الأميبا من الناحية التركيبية من أبسط الحيوانات الحية - خلية قائمة بذاتها تتركب من نواه وستوبلازم ، ولكن لا توجد بها عضيات مستديرة . مع ذلك ، فإن هذا الكائن البسيط يمكنه أن يقوم بجميع الوظائف الحيوانية الضرورية ، إذ يمكنه الحركة ، القبض على الفريسة ، الهضم ، أبيض الغذاء المركب ، طرد المخلفات ، التنفس ، إنتاج المواد الإفرازية والإخراجية ، الاستجابة إلى الضوء ، الحرارة ، الرطوبة ، والسمية الداخلية منها والخارجية ، النمو ، والتكاثر .

١٥ - ٢ التركيب

الأميبا (أشكال ١٥ - ٢ ، ١٥ - ٣) عبارة عن كتلة بروتوبلازمية ، راتقة ؛ عديدة اللون ، وهلامية الشكل ، يصل طولها إلى ٦٠٠ ميكرومتر ، لها شكل غير منتظم قابل للتغير بصفة مستمرة . تتركب الأميبا من (١) غشاء الخلية الخارجى وهو رقيق ومرن ، أو غشاء البلازما ، ويليه للداخل (٢) منطقة ضيقة من الأكتوبلازم الرائق غير المحبب ، تحيط بـ (٣) الكتلة الجسمية الأساسية من الإندوبلازم المحبب . يتركب الإندوبلازم من (أ) جزء خارجى أكثر صلابة هو البلازما الهلامية و(ب) جزء داخلى هو البلازما السائلة وتظهر فيه بوضوح حركة دائمة . يحوى الإندوبلازم على (٤) نواة قرصية الشكل لا يمكن رؤيتها بسهولة فى الحيوان الحى ؛ (٥) فجوة متقبضة ، وهى كروية مملوئة بسائل ، وتتحرك من آن لآخر تجاه السطح الخارجى ثم تنقبض دافعة محتوياتها خارجاً إلى الماء المحيط ، وسرعان ما تتكون مرة أخرى ؛ (٦) فجوة غذائية واحدة أو أكثر متباعدة فى الحجم ، تحتوى على دقائق غذائية تجرى عليها عملية الهضم ؛ (٦) فجوات أخرى متنوعة ، للوراث ، كبريات زيتية ، ومحتويات خلوية غير حية أخرى ، بعضها غاية فى الدقة بحيث لا يرى بالهجر العادى .

فيما يلى ، موجز لوظائف هذه الأجزاء :

(١) غشاء الخلية يحفظ البروتوبلازم داخل الخلية ، لكنه يسمح بمرور الماء والأكسجين وثنائى أكسيد الكربون ؛ (٢) الإكتوبلازم يعطى الشكل لجسم الخلية ؛ (٣) الإندوبلازم يحوى على التراكيب الأخرى كما أنه يساعد فى الحركة ؛ (٤) النواة تسيطر على العمليات الحيوية للكائن ؛ (٥) الفجوة المتقبضة تعمل على تنظيم المحتوى المائى ؛ (٦) الفجوات الغذائية تحتوى على غذاء تُجرى عليه عملية الهضم ؛ (٧) محتويات الخلية غير الحية تعتبر غذاء إحتياطيا أو مواداً لازمة لعمليات الأيض . إذا قطعت الأميبا إلى جزعين ، فسرعان ما يحيط غشاء الخلية بكل جزء ، وبذلك يعمل على منع فقد البروتوبلازم ؛ الجزء الذى بدون نواه له القدرة على الحركة وابتلاع الطعام ، ولكن لا يمكنه القيام بعمليات الهضم والأيض ، لذلك يموت هذا الجزء بعد فترة وجيزة . الجزء الآخر الذى يحوى على نواة يمكنه أن ينمو ويتكاثر . النواة المعزولة عن بقية الخلية ، لا يمكنها البقاء



شكل ١٥ - ١ : أسطوانات لشعبة الأوليات

على الحلية ، لذلك ، فالنواه والسيترولازم مكملان لبعضهما البعض ، ولا يمكن لأى منهما العيش بمفرده .

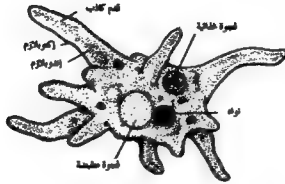
١٥ - ٣ الحركة

تتحرك الأميبا بواسطة بروزات أصبعية الشكل تُعرف بالأقدام الكاذبة ، وهذه تتكون من أى مكان في جسم الخلية . وهذا النوع من الحركة غير المنتظمة يعرف بالحركة الأميبية ، وتوجد في العديد من الأوليات وفي الخلايا الأميبية للإسفنجيات واللاسعات ، وأيضاً في كريات الدم البيضاء للفقاريات . تعتبر الحركة الأميبية من المميزات الأساسية للبروتوبلازم غير المتخصص ، لذلك يصعب تفسيرها كما في معظم العمليات الأساسية . يمكن تشبيهها إلى حد ما بتلك التي تحدث في المحاليل غير الحية ، إذ تُسبب الاختلافات في التوتر السطحي أنواعاً معينة من الحركة . من المعتقد أن الحركة في الأميبا تنتج من تغيرات في البرتوبلازم الغروي ، من الحالة السائلة إلى الحالة الأكثر صلابة والعكس . بينت الدراسات الحديثة أن كلتي الحالتين السائلة وشبه الصلبة قد تنتجان من إنقباض وانسحاب بروتينات طويلة التسلسل . للحركة ثلاث خصائص بارزة هي :

(١) الالتصاق بمرتكز (دعامة) ، قد يتم ذلك بواسطة الإفراز ؛ (٢) تحول البلازما الهلامية إلى البلازما السائلة في الجزء الخلفي من الحيوان ، والعكس يحدث في الجزء الأمامي ؛ (٣) زيادة في مرونة البلازما الهلامية أثناء مرورها للخلف . تتم عملية الالتصاق بسهولة على الأسطح الخشنة ، ولكن يتوقف ذلك على طبيعة السائل المحيط بالحيوان وأيضاً على الحالة الفسيولوجية للأميبا .

١٥ - ٤ التغذية

تنفذ الأميبا على أوليات أخرى وطحالب ودوارات وبرتوبلازم ميت . يمكن للأميبا الواحدة أن تلتهم عدداً كبيراً من البراميسيوم أو من السوطيات الصغيرة ، كما أن للأميبا القدرة على التمييز بين أنواع الغذاء ، فتنتقي ما تريده منه . من المعروف أن الأميبا تجذبها حركة الفريسة ، أو مواد تفرزها هذه الفريسة ، وعادة تجذب الأميبا الغذاء غير المرغوب فيه أو غير الصالح للمضغ ، وهي بذلك تشبه الحيوانات الأخرى الأكثر نشاطاً . يدخل الغذاء من أى مكان على السطح الخارجي للخلية . تمد الأميبا أقدامها الكاذبة وتحيط بالغذاء مع بعض الماء (شكل ١٤ - ٥) الذي ينتقل إلى داخل الإندوبلازم كفضوة غذائية . تتحرك الفجوات الغذائية مع حركة الإندوبلازم . يكون الوسط حامضياً في الفجوة الغذائية الحديثة التكون (لورق عبد الشمس أو للصمغ الأحمر المتعادل) ربما بسبب إفرازها يقتل الفريسة بسرعة . يصبح الوسط قاعدياً فيما بعد ، ثم تتم عملية المضغ بواسطة إنزيمات يفرزها الإندوبلازم . تفقد دقائق الغذاء شكلها ثم تنتفخ وتصبح أكثر شفاغية ، ويقل حجمها تدريجياً نتيجة لامتصاص نواتج المضغ بواسطة البروتوبلازم المحيط . المواد الممتصة تستخدم في عمليات النمو والتكاثر ، كما أنها تمد الحيوان بالطاقة اللازمة للحركة . يقل حجم الفجوة الغذائية تدريجياً مع استمرار عملية المضغ ، أما بقايا الغذاء غير المهضومة فإنها تفرج خارج الجسم .



شكل ١٥ - ٢ : تركيب الأميبا (طليقة الساركوديا)

١٥ - ٥ التنفس والإخراج

يمحوى الماء الذى تعيش فيه الأميبا على أو كسجين مذاب . ينتشر الأوكسجين خلال غشاء الخلية إلى الداخل ، تماماً كما يحدث فى التنفس الداخلى للخلايا فى الحيوانات العليا . ينتج عن عمليات الأيض مواد إخراجية مثل غاز أكسيد الكربون والأمونيا . لا بد أن تخرج هذه المواد ، حتى لا تسبب أضراراً للكائن . تم عملية الإخراج أساساً بواسطة إنتشار المواد الإخراجية خلال غشاء الخلية إلى الخارج .

قد تساهم الفجوة المتقبضة إلى حد ما فى عملية الإخراج ، ولكن الوظيفة الأساسية لهذه الفجوة هى تنظيم المحتوى المائى لجسم الخلية . يدخل بعض الماء مع الفجوات الغذائية ، ينتج الماء أيضاً من عمليات الأيض ، بالإضافة إلى ذلك ينفذ ماء من الوسط المحيط إلى داخل جسم الأميبا بالانتشار الأزموزى حيث أن تركيز الأملاح فى البروتوبلازم أعلى منه فى الماء الخارجى المحيط . إذا وضعت الأميبا فى ماء ذى تركيز عال من الأملاح ، فإنها تكون فجوة أصغر حجماً وتطرد للخارج كميات أقل من الماء . مما يستحق الذكر ، أن أنواع الأميبا التى تعيش فى المياه المملحة لا يوجد بها فجوة متقبضة . تتكون الفجوة المتقبضة من إندماج فجوات أصغر ، وهذه بدورها تتكون من تجمع قطرات مائية صغيرة . عندما تصبح الفجوة المتقبضة ممتلئة ، فإنها تخاط « بقشاة تكثيف » مؤقتة ، يخفى بمجرد أن تدفع الفجوة بمحتوياتها للماء المحيط خلال غشاء الخلية .

١٥ - ٦ التكاثر

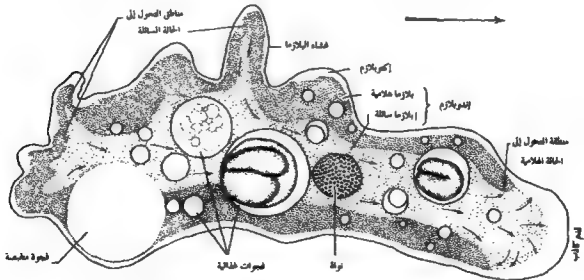
عندما تصل الأميبا إلى حجم معين ، فإنها تبدأ فى التكاثر بالانقسام الثنائى . يصبح جسم الخلية كروياً ويحاط بأقدام كاذبة قصيرة ، يستطيل الجسم ، ثم يبدأ فى التخصر إلى أن ينقسم إلى جزئين فى النهاية ؛ تنقسم النواة فى الوقت نفسه بالانقسام غير المباشر إلى نواتين تتحركان نحو طرفى الجسم ؛ بذلك يتكون فردان صغيران يحوى كل منهما على نواة . فى الظروف المعملية العادية ، تنقسم الأميبا

كل بضعة أيام قليلة ، وتم عملية الانقسام غير المباشر في ٣٣ دقيقة تقريباً عند درجة حرارة ٢٤° م .

١٥ - ٧ ساركودينا أخرى

تتضمن طائفة الساركودينا ، بخلاف الأميبات ، بعض الأوليات بانية القشرة . القشرة أو الصلقة قد تُفرز بواسطة الحيوان ، أو تتكوّن من حبيبات الرمل ، إلخ ، (شكل ١٥ - ٥) .

يضم جنس الأميبا أنواعاً عديدة متباينة في الحجم والشكل ، تعيش في المياه العذبة ، نصف المملحة ، والمالحة . بالإضافة إلى هذه الأنواع حرة المعيشة ، فإن هناك أنواعاً عديدة بعضها متطفلة ، والبعض الآخر يعيش معيشة تكافلية . بعض الأنواع تعيش في معى الصرصور والفيل الأبيض ، بينما يعيش البعض الآخر أساساً في القناة الهضمية للفقاريات الأخرى . تتكوّن الأميبات المتطفلة حويصلات مقاومة يمكنها الانتقال من عائل مصاب إلى عائل جديد . **الأنتميبيا هسليتيكا** (شكل ١٥ - ٦) تسبب مرض البوسنتاريا الأميبية في الإنسان ، تنتقل الحويصلات عن طريق غذاء أو ماء ملوث إلى القناة الهضمية لعائل جديد ؛ وهناك تنطلق الأميبات من حويصلاتها ، وتبدأ في التكاثر ، ثم تهاجم بعد ذلك جدار الأمعاء . قد تُحدث هذه الأميبات قروحاً في الغشاء المخاطي للأمعاء والكبد والرئتين وغيرها من الأعضاء التي تمر بها أثناء إنتقالها مع تيار الدم . يصبح البراز مائياً ، ويصاب الإنسان بالإسهال . إذا لم يعالج المصاب ، فإنه قد يُشفى جزئياً من المرض ، ولكنه يصبح حاملاً للعدوى ، وتنتقل بواسطته الحويصلات إلى مياه الشرب والحضروات الطازجة فتصبح ملوثة . يبلغ



شكل ١٥ - ٣ : الحركة في الأميبا . البلازما السائلة تسري للأمام وتصل إلى بلازما هلامية في القدم الكاذب المتحرك للأمام ؛ تحدث عملية عكسية في الطرف المقابل وفي الإقدام الكاذبة المسحبة . بين السهم الكبير إنحاء الحركة للحيوان كله ؛ الأسهم الصغيرة تبين حركة الإنتوبلازيم (عن ماست ١٩٢٦)

معدل الإصابة بهذا المرض بين سكان الولايات المتحدة حوالى ١٠٪ ، ومن الملاحظ أن معدل الإصابة يقل في مناطق عن غيرها ، ويعزى ذلك إلى المستوى الإقتصادي والاجتماعى للسكان . هناك مناطق قليلة يرتفع فيها معدل الإصابة بشكل ملحوظ .

تعتبر الفورامينفرا من الأوليات بانية القشرة ، وجميعها بحرية ، يتراوح قطر القشرة من ٠,٠١ إلى ١٩٠ مم . تتكون قشرة الفورامينفرا من إفرازات الحيوان نفسه أو من حبات الرمل أو من شويكات إسفنجية تعيش الفورامينفرا في المحيطات منذ العصر قبل الكامبرى وقد أدى تراكم قشور الفورامينفرا على مر العصور إلى تكون طبقات صخرية . ما يقرب من ٣٥٪ من قاع المحيط (٤٨,٠٠٠,٠٠٠ ميل مربع أو ١٢٤,٣٠٠,٠٠٠ كيلو متر مربع) يتكون الآن من رواسب صخرية من قشور فورامينفرا . أيضا أهرامات مصر العظيمة بُنيت بأحجار جيرية تكونت من قشور فورامينفرا منذ العصر الثلاثى الأول . تعتبر الحفريات الفورامينفوية ذات أهمية كبرى في مجال الاكتشافات البترولية ؛ يقوم الخبراء الآن بفحص العينات الجوفية التى تخرجها المئاقب من الآبار الجديدة تحت الاختبار ؛ ومن النتائج التى يُحصل عليها من هذه الفحوص يمكن تحديد الطبقات الحاملة للبترول .

المليوزوا (الحويثات الشمسية) الكروية لها أقدام كاذبة شعاعية دقيقة عديدة . الراديوالاريا لها هياكل من السيليكا أو كيريتات السترونشيوم ، وتغطي هياكلها حوالى ٢,٠٠٠,٠٠٠ ميلا مربعا (٥,١٠٠,٠٠٠ كيلو مترا مربعا) من قاع المحيط ، وتكون ما يعرف بالرواسب الراديوالارية ، يوجد أيضا العديد من هذه الحفريات في تراكيب صخرية في مناطق متفرقة على الأرض .

طائفة الأوباليناتا (الأوبالينيدات)

تعيش معظم أنواع الأوباليناتا (أوبالينا ، إلخ ، شكل ١٥ - ١) في مدى العلاجيم والضفادع . يتراوح عدد الأنوية من ٢ إلى بضع مئات وهى من نوع واحد ، وليس له فم خلوى ؛ تندمج الأمشاج بصفة دائمة أثناء التكاثر الجنسي ؛ وكما في الهدديات ، يغطي سطح الخلية بأهداب مرتبة في صفوف مائلة ، ويوجد بها أيضا أكثر من نواة . تتشابه الأوبالينيدات مع السوطيات في مستوى الانقسام اللاجنسى .



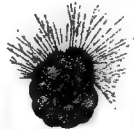
شكل ١٥ - ٤ : الأوباليناتا : المراحل المختلفة في عملية تناول الغذاء ثم طرد البقايا غير المهضومة ؛ تستغرق هذه العملية ثمانية دقائق . تين الأسهم حركة الوبالينيات في الأفلام الكاذبة (عن شيفر ١٩١٧)

طائفة السوطيات

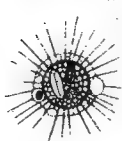
يتميز السوطيات بأن لها سوطاً واحداً أو أكثر من سوط في فترة من حياتها أو طوال الحياة . يستعمل السوط في الحركة وفي الإمساك بالفناء ، وقد يعمل كمستقبل حسي . جسم الخلية له شكل ثابت عادة ، يضلوى أو طويل أو كروي ؛ يغطي الجسم بقشرة صلبة ، وهي مصفحة في بعض الأنوع . تحتوي العديد من السوطيات على بلاستيدات بها صبغيات ملونة ، تلك التي تحتوي على الكلوروفيل تقوم بصنع غذائها بنفسها بمساعدة ضوء الشمس . هذه السوطيات قريبة الشبه بالطحالب ، لذلك فهي تصنف في كثير من الأحيان ضمن النباتات . تعيش معظم السوطيات حرة كأفراد مستقلة ، إلا أن البعض منها يعيش مجتمعاً ؛ البعض الآخر يكون مستعمرات ، وهذه المستعمرات قد تتكون من بضعة أفراد أو من آلاف من الأفراد . تعيش السوطيات في المياه العذبة والمياه المالحة ، وهي تكوّن مع الدياتومات الغذاء الرئيسى للحيوانات المائية الدقيقة . يعيش البعض من السوطيات في التربة . تضم السوطيات أيضاً طفيليات تصيب الإنسان وبعض الحيوانات الأخرى ، وقد تسبب أمراضاً خطيرة . يتم التكاثر في السوطيات عادة بالإنشطار الطولي ، ولكن هناك بعض الأنواع التي تتكاثر بالانقسام العديدي . يوجد أيضاً تكاثر جنسي في مجموعة واحدة من السوطيات . قد تتوصل السوطيات الحرة حتى تتجنب الظروف غير الملائمة .



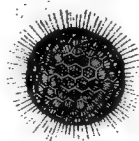
ديفوجيا (تكبير ٩٤ مرة)
الاستسبا



أكيو سفروج (تكبير ٢٢ مرة)
الغورلا مينايرا



الروفا (تكبير ٢٢ مرة)
المطوذا



جيلو سايرا (تكبير ١٢٥ مرة)
المصولايا

١٥ - ٨ التركيب : الوجلينا

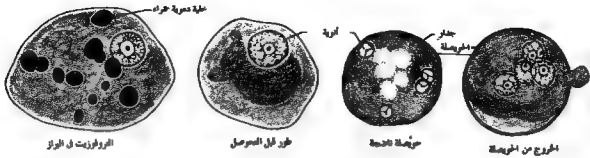
حيوان سوطى شائع ، حر المشية ، يحوى على الكلوروفيل ، وهو يمشى مستقلاً . جسم الخلية رقيق ، يبلغ طوله ١ , ٠ م (شكل ١٥ - ٨) ، الطرف الأمامى مفلطح إلى حد ما ، أما الطرف الخلفى فهو مدبب . يحاط الجسم بغلاف رقيق مرن يعرف بالقشرة ، وهو يساعد فى الحفاظ على شكل الجسم . تتميز القشرة بخطوط أو تفلطات متوازية مرتبة لولياً . على القشرة إلى الداخل طبقة رقيقة من الإكتوبلازم . يحيط الإكتوبلازم بالجزء الأكبر من السيوبلازم وهو الإندوبلازم . الإندوبلازم غيب ولا توجد به حركة إنسيابية . يوجد بالطرف الأمامى للجسم فم خلوى قمى الشكل يودى إلى بلعوم خلوى أنبوى قصير . يمتد من الفم الخلوى سوط طويل . يتربك السوط من خيط محورى متقبض محاط بغلاف رقيق ، وهو ينشأ من حبيبة (أو حبيبتان) تعرف بالحبيبة القاعدية ؛ توجد الحبيبة القاعدية فى الجزء الأمامى للسيوبلازم . يقع خلف البلعوم الخلوى خزان مستديم كروى الشكل ، بجواره فجوة تحوى على عدة فجوات متقبضة دقيقة فارغة . تتجمع السوائل من السيوبلازم فى الفجوات ، ومنها إلى الخزان ثم إلى الخارج عن طريق البلعوم الخلوى . يوجد بجانب الخزان بقعة عينية حمراء تحس بكمية الضوء . تحوى الخلية على نواة واحدة مستديرة تقع فى منتصف الجسم تقريبا . الوجلينا خضراء اللون لاحتوائها على بلاستيدات خضراء (صبغيات) بها كلوروفيل . يوجد أيضا بالجسم تراكيب غريبة منها الأجسام البراميلية ، وهى عبارة عن كربوهيدرات شبيهة بالنشا .

١٥ - ٩ الحركة

يضرِب السوط فى الماء ضربات متعاقبة للخلف وللأمام ، نتيجة لذلك تندفع الوجلينا فى الماء مع الدوران بطريقة حلزونية ، وتتحرك الوجلينا فى الماء فى مسار مستقيم (أنظر البراميسيوم ، فقرة ١٥ - ١٥) . يمكن للحيوان أيضا أن يزحف بمحركات حلزونية للجسم . فى بعض الأوقات ، يتحرك الحيوان حركة دودية تعرف بالحركة الوجلينية ، وهى تنشأ عن إنسلاطات وإنقباضات موضعية ، قريبة الشبه بالحركة الدودية لأعضاء الحيوان الفقلى . تبدى الوجلينا إستجابة موجبة للضوء ، إذ تتحرك تجاه مصدر ضوء مناسب ، تماما كما فى حالة النباتات الخضراء التى تتجه ناحية الضوء ؛ فى الوقت نفسه ، تتجنب الوجلينا ضوء الشمس المباشر .

١٥ - ١٠ التغذية

بعض السوطيات الحرة تقتص الغذاء وتدفعه إلى البلعوم الخلوى ، ومنه إلى الفجوات الغذائية ، حيث يتم هضمه . هذه التغذية الحيوانية نادرة فى السوطيات ولا توجد إلا فى الوجلينا . تتغذى الوجلينا تغذية نباتية ، إذ تقوم بصنع غذائها بطريقة التمثيل الضوئى كما فى النباتات الخضراء ؛ ويتم ذلك بواسطة الكلوروفيل فى وجود الضوء . بالإضافة إلى ذلك ، تتغذى الوجلينا تغذية رمية ،



شكل ١٥ - ٦ : الأنتامبيا هسوليكيا . الأميا الطفلة على الإنسان والتي تسبب مرض المونتاريا الأمية . تنتشر الحويصلات عن طريق الغذاء وماء الشرب الملوث بالمواد البوازية (عن كليفلاند وسانلنز ١٩٣٣) .

حيث تمتص المواد الغذائية المذابة في الماء الذي تعيش فيه . تربي البوجلينا في مزارع غنية بالمحالييل الغذائية ، وهي تزدهر وتتكاثر بسرعة حتى في الضوء الضعيف أو في الظلام .

١٥ - ١١ التكاثر

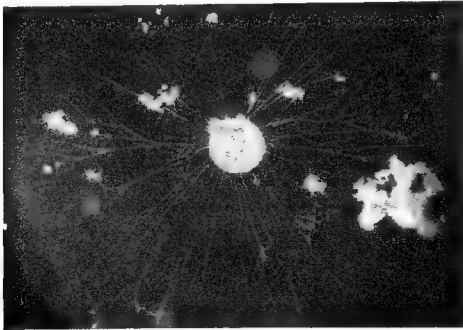
في المزارع النشطة ، تتكاثر البوجلينا بصفة مستمرة بواسطة الانقسام الثنائي الطولي (شكل ١٥ - ٩) . تنقسم النواة إلى قسمين بالانقسام غير المباشر ، ثم يحدث إزدواج في العضيات الأمامية وهي السوط والحبيبة القاعدية والبلعوم الخلوي والخزان والبقعة العينية ، وفي النهاية ينشطر الحيوان طولياً إلى حيوانين . للبوجلينا أيضاً أطوار سائكة ، وذلك عندما تصبح عديمة الحركة وتفرز حولها حويصلة . قد تفقد البوجلينا السوط وتحصل ثم تنقسم طولياً إلى حيوانين . قد ينقسم كل حيوان طولياً عدة مرات ، وينتج عن ذلك حويصلات تحتوي كل منها على أفراد عديدة ، يتراوح عددها من ١٦ إلى ٣٢ فرداً . يحدث التحوصل عند نقص الغذاء ، أو عندما تتعرض مزارع البوجلينا لضوء قوي يؤدي إلى توقف عملية التمثيل الضوئي .

١٥ - ١٢ سوطيات أخرى

تعيش بعض أفراد أنواع السوطيات في البحار ، وهي تكوّن جزء هام من البلاكتون المجهرى ، ويطلق عليها إسم « مروج المحيطات » ، إذ تتغذى عليها يرقات القشريات وغيرها من الحيوانات الدقيقة . يعيش الجونيولاكس على شواطئ كاليفورنيا ، وهو يعتبر مصدر غذائي هام للرخويات ذوات المصراعين ، منها المحار البحري (ميطلوس) يُنتج هذا الحيوان السوطى مادة ، لا تسبب ضرراً للمحار ، لكنها قد تحدث تسمماً للإنسان عند أكله للمحار خاصة في فصل الصيف ، حيث يشكل هذا الحيوان الأولي الغذاء الرئيسي للمحار في هذا الفصل . وما يذكر ، أن أكثر من ٩٠٠

حالة مرضية و ٢٠٠ حالة وفاة سُجّلت في جميع أنحاء العالم خلال القرون الثلاثة الأخيرة . عندما يحدث إنفجار في أعداد الجونيولاكس (ما يربو على ٤٠,٠٠٠,٠٠٠ في المتر المكعب من الماء) ، تصطبغ مياه المد والجزر باللون الأحمر أثناء النهار ، أما ليلاً فتصبح المياه مضيئة . تشمل سوطيات المياه العذبة ، القولفكس ، وهو يعيش في مستعمرات (شكل ١٥ - ١٠) . مستعمرة القولفكس تنمو على شكل كرة مجوفة (قطرها ٥ , ٠ م) ملوثة بهلام مائي ، وتكون أفرادها مطمورة في الجدار الهلامي الخارجي ، ويتراوح عددها من ٨٠٠٠ إلى ١٧,٠٠٠ هذه الأفراد عبلة عن خلايا دقيقة الحجم ؛ ويوجد بكل خلية نواة وفجوة متقبضة وبقعة عينية حمراء وبلاستيدات خضراء وسوطان . تتصل الأفراد المتجاورة ببعضها البعض بواسطة خيوط بروتوبلازمية ، تعمل هذه الخيوط على إيجاد ارتباط فيسيولوجي بين أفراد المستعمرة . تضرب جميع الأسواط معا في الماء بتناسق تام ، مما يؤدي إلى تدرج المستعمرة في الماء .

تضم السوطيات العديد من الطفيليات التي تعيش في القناة الهضمية أو الدم لبعض الحيوانات ، منها ما يوجد أيضا داخل الخلايا اللينة للأعشاب اللينة . طفيليات الدم من جنس *الترينانوسوما* تسبب مرض النوم للإنسان في أفريقيا ؛ ينتقل المرض من إنسان لآخر بواسطة الذبابة المعروفة تسي . *الترينانوسوما كروزاي* تسبب مرض شاجاس في أمريكا الوسطى والجنوبية ، وتنتقل العدوى بواسطة البق (*تريباتوما* ، *رودنيوس*) . *الليشمانيا* ، أحد طفيليات الدم وتسبب مرض الكالازار وأمراض أخرى وتنتقل العدوى بالاحتكاك المباشر أو بواسطة الذباب الماص للدم (*فليبو تومس*) .



شكل ١٥ - ٧ : فوراً مينغرا بحرية (*ألتوجراميا لانيكولايس*) لها قشرة مركبة مكونة من غرفة واحدة مغلقة بالبروتوبلازم ، تظهر لها أهداب كاذبة طويلة رفيعة (صورة من زك م . أرنولد)

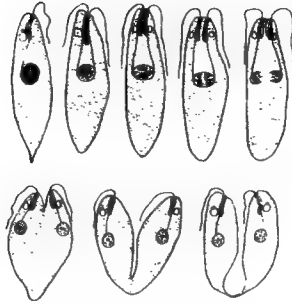
يحتمل أن تكون الجرثومات هي المجموعة الأوسع إنتشارا بين الطفيليات الحيوانية . تعيش الجرثومات المختلفة في حيوانات متنوعة من الأوليات إلى الثدييات ، وهي تتطفل في كل مكان في جسم المائل تقريبا ، من الخلايا إلى سوائل الجسم وتجاويفه . تعيش الجرثومات في القناة الهضمية أو الدم أو الكلى أو غيرها من الأعضاء . تصيب الملاريا الإنسان ، ومرض الكوكسيديا يصيب الدجاج والأرانب ، بالإضافة إلى أمراض أخرى تصيب الماشية ، وهذه أمثلة لأمراض خطيرة تسببها الجرثومات .

تتطفل الجربجاريينات داخل الخلايا والتجاويف النسيجية للاقاريات . يعيش المونوسستس في الحويصلات المنوية لدودة الأرض ، وهو من الأمثلة الشائعة للجرثومات . تشمل رتبة الكوكسيديا على طفيليات تعيش في الخلايا الطلائية للعديد من الفقاريات وبعض اللاقاريات . بعض أنواع الكوكسيديا توجد في القناة الهضمية والأعضاء المتصلة بها . تسبب الكوكسيديا مرض الكوكسيديا ، وهو من الأمراض الخطيرة التي تصيب الدواجن والثدييات المستأنسة والبرية أيضا ، قد يؤدي هذا المرض إلى الموت . الأهميياستيدى ، أحد أنواع الكوكسيديا ، وتتفشى في الأرانب بشكل وبائي عنيف . يمكن تجنب إنتشار هذا الوباء ، وذلك بأن تربي الأرانب في أقفاص منفصلة ، ويوضع الغذاء في أواني خاصة ، وفي الوقت نفسه يُراعى تنظيف الأقفاص بصفة دورية . بذلك ، يمكن الحد من إنتقال الطفيل من الحيوانات البالغة إلى الصغار .

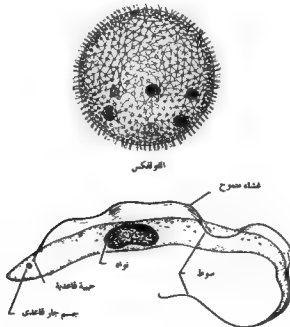
١٥ - ١٣ الملاريا

يعتبر البلازموديوم من أهم الجرثومات المألوفة ، وهو المسبب لمرض الملاريا (شكل ١٥ - ١١) . هذا المرض يعتبر أحد الكوارث التي تصيب الجنس البشرى منذ العصور السحيقة ، وقد تسبب إصابات جسيمة ووفيات لا حصر لها ، خاصة في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية . ينتقل الطفيل إلى الإنسان عن طريق إناث أنواع معينة من البعوض من جنس الأنوفيليس . عندما تخترق أجزاء من البعوضة جلد الإنسان تمتص الدم ، تنتقل السبوروزويتات المعدة من الغدد اللعابية للبعوضة إلى الجرح ، وهذه تجد طريقها إلى الأنسجة البطانية الشبكية التي تبطن الجيوب الكبدية ، حيث تتكاثر هناك .

بعد عدة أيام ، يهاجم كل سبوروزويت كرية دم حمراء ، ويتحول إلى تروفوزويت أميبي الشكل ينمو مكونا شيزونت . يبدأ الشيزونت في الانقسام العددي مكونا ميروزويتات يتراوح عددها من ٦ إلى ٣٦ ، حسب نوع البلازموديوم . تنفجر كريات الدم الحمراء ، وتنتقل منها الميروزويتات إلى بلازما الدم ، حيث تهاجم كريات دم حمراء أخرى ، وهكذا تتكرر الدورة . بعد عشرة أيام تقريبا ، تزايد أعداد الطفيل بدرجة كبيرة ؛ وعند إنطلاقها جميعها في وقت واحد يصاب المريض بم حالة قشعريرة تتبعها حالة حمى حادة ، نتيجة لخروج مواد سامة مع الطفيليات إلى تيار الدم . تحدث دورة القشعريرة والحمى على فترات متقطعة تبين تما نوع الطفيل ؛ تحدث الدورة كل ٤٨ ساعة في



شكل ٩ - ١٥ : الوجلينا فيريدس : مراحل في الإنقسام الطولي (محوره من ثانويونر ١٩٢٣)



شكل ١٥ - ١٠ : طائفة السوطيات . لأعلى التولفكس من السوطيات حرة المعيشة التى تكون مسعمرات ، وبها ستة مسعمرات بنوية (عن هايمان) لأسفل . التريانوسوما ، وهو طفيل في الدم

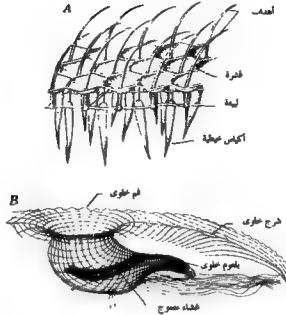
حالة حمى الملاريا الثلاثية الحميدة التي يسببها بلازموديوم فيفاكس ، وكل ٧٢ ساعة في حالة حمى الملاريا الرباعية (في اليوم الرابع) ويسببها بلازموديوم ماليري ، قد لا تحدث دورة أو تكون غير منتظمة في حالة حمى الملاريا الصيفية - الحارفية (الثلاثية الخبيثة) ويسببها بلازموديوم فالسيلاروم ، في حالة البلازموديوم أوفالي ، تستغرق الدورة ٤٨ ساعة ، وتحدث حمى ضعيفة تنتهي خلال خمسة عشر يوما .

عددها من ستة إلى ثمانية جاميتات . يحدث اندماج بين جاميت كبيرة وجاميت صغيرة ، وينتج من ذلك الزيجوت . يزداد الزيجوت في الطول مكوناً الأوكيت الدودي الشكل ، يحترق الأوكيت جدار القناة الهضمية ويتخذ لنفسه موضعاً أسفل الغشاء المحيط بالقناة الهضمية . يختص هذا الطور غذاءه من البعوضة ويكبر في الحجم ويتحول إلى ألووست مستدير . قد يوجد بالبعوضة الواحدة من ٥٠ إلى ٥٠٠ ألووست . بعد ستة أو سبعة أيام ، تنقسم محتويات الألووست مكونة آلاف من السبوروزويتات الرقيقة (عملية تكوين السبورات) . تنفجر الحويصلات بعد ذلك وتخرج منها السبوروزويتات إلى تجويف الجسم ، العديد منها يصل إلى الغدد اللعابية وتبقى هناك إلى أن تنتقل إلى المائل الآخر وهو الإنسان . تستغرق الدورة الجنسية في البعوضة من ٧ إلى ١٩ يوماً ، بعدها تصبح البعوضة معدية .

عندما يصاب الإنسان بالمalaria ، فإن أعراضها الحادة تستمر لمدة أيام أو أسابيع عادة ، ثم تتحسر بعد ذلك نتيجة لتكوين مناعة في الجسم ضد المرض ، لكن قد تحدث إنتكاسات على فترات غير منتظمة . تزول العدوى بمرور الوقت لدى العديد من الأشخاص ، ولكنها قد تستمر وتسبب أضراراً لبعض الأعضاء ، أو قد تؤدي إلى الموت . يُعالج مرضى malaria بالكولوروكين أو بمقايف أخرى . الأصحاء الذين يعيشون في مناطق موبوءة بالمalaria ، غالباً ما يتناولون جرعات صغيرة من الداربريم أوالكلوروكين كنوع من الوقاية . وقد أصبح من الممكن الحد من إنتشار malaria أو من السيطرة عليها في المناطق المختلفة ، وذلك باتباع الآتي : (١) العلاج الفوري للمصابين ؛ (٢) تزويد أماكن الإقامة بستانر واقية لمنع دخول البعوض ؛ (٣) تحفيف المسطحات المائية التي تربي بها يرقات البعوض ، أو رشها بمبيد لقتل اليرقات . يُرى الآن في هذه المسطحات المائية نوع خاص من الأممك يعرف بسمك البعوض (جامبوزيا أفينيس) الذي يتغذى على يرقات وعذارى البعوض . ونتيجة للخطط العلمية المدروسة للقائمين بشؤون الصحة العامة ، أمكن القضاء نهائياً على malaria في مناطق شاسعة من العالم كانت malaria فيما مضى من الأمراض المتوطنة فيها .

تحت شعبة النيلوسبورا (النيلوسبوريدات)

في هذه المجموعة ، تحمل السبورات خيط قطبي واحد أو أكثر . الحيوان الميكوسبوريدى النموذجي له محفظتان قطبيتان ، تحمل كل منهما خيط ملتف ؛ معظم حيوانات هذه المجموعة تتطفل على الأممك . الحيوان الميكوسبوريدى له خيط قطبي واحد ، وهو أنبوي طويل ؛ هذه المجموعة تتطفل على العديد من اللافقاريات والفقاريات ذوات الدم البارد . التوزيما قلم بدراستها لويس باستير ، وهي تسبب مرض البيرين الذي يصيب ديدان القر ، ومرض آخر يصيب نحل العسل .



شكل ١٥ - ١٣ : برايسوم ملتيميكر ونيوكليانوم (أ) تركيب القشرة والعصيات المنطق بها (ب) الجهاز الحركي العصبي في جزء من جسم الخلية (عن لوند ١٩٣٥).

١٥ - ١٤ التركيب

الجسم مستطيل ؛ طرفه الأمامي ، أو الذي يتحرك للأمام ، مستدير قليلا ؛ الطرف الخلفي مدبب ؛ الجسم منبسط بعد المنتصف . يحاط الجسم بغشاء خارجي مرن يعرف بالقشرة ، وهو مزود بأهداب دقيقة مرتبة في صفوف طولية ؛ هذه الأهداب موحدة الطول ، فيما عدا الخصلة الذيلية الخلفية ، حيث أن أهدابها أطول . توجد محتويات الخلية بداخل القشرة ؛ وكما في الأميبا ؛ تتكون من طبقة خارجية رقيقة شفافة كثيفة ، الإكتوبلازم ؛ يحيط بالكتلة الأكبر ، الإندوبلازم ، وهي محبة وسائلة . يحوى الإكتوبلازم على تركيبات مغزلية الشكل تعرف بالأكياس الخيطية ، وهي متبادلة مع قواعد الأهداب . يمكن لهذه الأكياس الخيطية أن تنطلق خارج الجسم على شكل خيوط طويلة ، وهذه قد تساعد الحيوان على الالتصاق أو تعمل على حماية . يوجد بالطرف الأمامي للحيوان انخفاض ضحل يمتد مائلا للخلف تجاه السطح السفلي أو القمي إلى منتصف الجسم تقريبا ، يعرف بالمميزب القمي . يقع الفم الخلوي عند الطرف الخلفي للمميزب الخلفي . يفتح الفم الخلوي في مزرد أنبوي قصير هو البلعوم الخلوي ، ينتهى في الإندوبلازم . تندمج الأهداب في منطقة البلعوم الخلوي لتكون شريطين كثيفين يمتدان طوليا يعرفان باسم الغشاء المتوج . يوجد على أحد جانبي الجسم خلف البلعوم الخلوي مباشرة الشرح الخلوي ، وهو مؤقت ، ويظهر فقط عندما تطرد البقايا خارج الجسم . يحوى الإندوبلازم على فجوات غذائية متباعدة الأحجام ، بها مواد غذائية يجرى هضمها . يوجد عند كل طرف من طرفي الجسم فجوة متقبضة رافعة كبيرة ، كما توجد نواتان ، نواة صغيرة مستديرة ونواة كبيرة تحيط جزئيا بالنواة الصغيرة .

يمكن تحضير عينات من البراميسيوم وهدييات أخرى مشابهة بطرق خاصة (بالجرعوزين أو أملاح الفضة) . عند فحص هذه العينات بقوة تكبير عالية ، تظهر القشرة مكونة من حفر سداسية الحافة ، يبرز هذب من منتصف كل حفرة . يمتد كل هذب أسفل القشرة حيث ينتهي بحبيبة قاعدية . تتصل الحبيبات القاعدية ببعضها بواسطة ليفات طويلة . معظم الهدييات يوجد بها ليفات عرضية وطولية (شكل ١٥ - ١٣ أ) . تكون الحبيبات القاعدية والليفات الجهاز الليفي ، ويعتقد أنه ينظم حركة الأهداب . توجد في بعض الهدييات مثل *الستور والفوريسلا* ليفات متقبضة (الخيوط العضلية) ، ولكن لا توجد هذه الخيوط في البراميسيوم .

١٥ - ١٥ الحركة

تضرب الأهداب في الماء للخلف ، وبذلك يتدفع البراميسيوم للأمام ، ولأن هذه الضربات تكون مائلة ، لذلك يدور الحيوان حول محوره الطولى . ضربات أهداب الميزاب القمى تكون عادة أكثر قوة من ضربات باقى الأهداب ، لذلك يلاحظ أثناء الحركة أن الطرف الأمامى يميل إلى الانحراف تجاه الناحية اللافمية . يتحرك البراميسيوم للأمام في مسار حلزوى ، ضد اتجاه عقارب الساعة إذا ما نُظر إليه من الخلف . لذلك ، يمكن للحيوان عديم التماثل أن يتحرك في مسار مستقيم . يستطيع البراميسيوم أن يسير للخلف ، وذلك بأن يعكس ضربات الأهداب ، كما في مسار الدوران . إذا صادف البراميسيوم مؤثر كيميائى غير ملائم أثناء سيره للأمام ، فإنه يؤدي سلوكاً تنبيهاً (شكل ١٥ - ١٤) ، إذ يعكس الحيوان حركة الأهداب ويسير للخلف قليلاً ثم يدور في مسار مغزوطى ، وذلك بأن يميل بالطرف الأمامى تجاه الناحية اللافمية بينما يكون مركّزاً على الطرف الخلفى . في الوقت نفسه ، تدفع أهداب الميزاب القمى بعينات من الماء أمام الحيوان مباشرة ، عندما يزول المؤثر غير الملائم من الماء ، يعاود الحيوان سيره للإمام . يسلك الحيوان نفس الطريقة إذا ما اعترض مساره عائق صلب ؛ يعود الحيوان للخلف ثم يقوم بحركة دوران ، ويتابع بعد ذلك سيره للأمام . قد يعيد الحيوان نفس السلوك إذا ما اقتضت الضرورة ، إلى أن يصبح الطريق خالى أمامه .

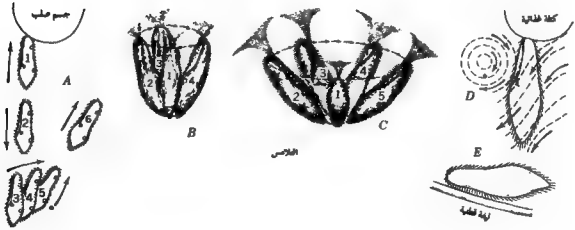
١٥ - ١٦ التغذية والهضم

يتغذى البراميسيوم على البكتيريا ، الحيوانات الأولية الصغيرة ، الطحالب ، والخمائر . الحركة الدائمة لأهداب الميزاب القمى تدفع تياراً من الماء المحمل بالغذاء تجاه القم الخلوى ؛ تتجمع المواد الغذائية في فجوة مائية عند الطرف الخلفى للبلعوم الخلوى . عندما تصل هذه الفجوة إلى حجم معين ، فإنها تنفصل عن نهاية البلعوم الخلوى ؛ تبدأ الفجوة بعد ذلك في الدوران في الإندوبلازم على شكل فجوة غذائية . يتعاقب تكوين الفجوات الغذائية من نفس المكان . الحركة الدائمة للإندوبلازم تدفع بالفجوات الغذائية في مسار محدد ، تتحرك الفجوة الغذائية للخلف ثم للأمام ثم إلى الساحة اللافمية ، تعود الفجوة بعد ذلك للخلف إلى مكان قريب من الميزاب القمى . يكون الوسط

في الفجوات الغذائية حامضيا في بادئ الأمر ، ثم يتحول بعد ذلك تدريجيا إلى أن يصبح قلويا ؛ يمكن توضيح ذلك باستخدام أهر الكونجو أو أى كشاف صبغى آخر . يتم هضم المواد الغذائية بواسطة الإنزيمات التى يفرزها الإندوبلازم ، كما فى الأميبا . تمتص المواد المهضومة بواسطة البروتوبلازم المحيط ؛ المواد الممتصة قد تخزن أو تستخدم فى العمليات الحيوية والنمو . يقل حجم الفجوات الغذائية تدريجياً ، أما البقايا غير المهضومة فإنها تطرح للخارج عن طريق الشرج الخلوى .

١٥ - ١٧ التنفس والإخراج

يتم التنفس بالإنتشار ، كما فى الأميبا . تقوم الفجوات المتقبضة بتنظيم المحتوى المائى للجسم ، كما أنها قد تساعد فى عملية الإخراج . يتم تجميع الماء فى السيتوبلازم بواسطة قنوات شعاعية يتراوح عددها من ٦ إلى ١١ ، يُدفع الماء بعد ذلك إلى الفجوة المستديرة . عندما تصل هذه الفجوة إلى حجم معين ، فإنها تقوم بطرد ما بها من ماء إلى الخارج . تنقبض الفجوتان بالتبادل على فترات تتراوح من ١٠ إلى ٢٠ ثانية .



شكل ١٥ - ١٤ : بعض الإستجابات للمس فى الراميسوم . إستجابة سلبية أو تنجية ؛ (أ) أوضاع متتالية (١ - ٦) عند تجنب جسم صلب ؛ الدوران حول المحور الطولى غير مبن (ب) إستجابة طعنة ، يتحرك الطرف الأمامى فى دائرة صغيرة . (ج) إستجابة قوية : الحركة فى دائرة كبيرة . إستجابة إيجابية : (د) عند الراحة مقابل كتلة غلغلة ، تبتن الأسم حركة الماء التى تحملها الأهداب . (هـ) حيوان مسطر على ليفة غلغلة الأهداب الملاصقة لا تتحرك (عن جيتجر ، سلوك الكائنات الدنيا ، مطبعة جامعة كولومبيا) .

١٥ - ١٨ . السلوك .

أجريت بعض الدراسات على استجابة البراميسيوم لتؤثرات متنوعة وقد تضمنت تلك الدراسات سلوك التجنب وتجمع الأفراد وتفرقها في أحواض التربة . تكون الاستجابة موجبة إذا تحرك الحيوان تجاه المؤثر ، وسالبة إذا تحرك بعيدا عن المؤثر . يستجيب الحيوان للمؤثر الضار بسلوك التجنب ، ومحاولة إيجاد وسيلة للهروب منه . يعتمد سلوك الحيوان أساساً على التجربة والخطأ . تتباين الاستجابة للمس في البراميسيوم ؛ إذا لمس الطرف الأمامي للحيوان لمساً طفيفاً ، تحدث استجابة تجنب قوية ، لكن قد لا تحدث استجابة إذا لمس الجسم في أى موضع آخر . تكون استجابة الحيوان إيجابية عند لمسه أى شيء يمكن أن يستقر عليه ، وتعد هذه الاستجابة تكيف ناجح للحيوان ، لأن الكائنات الغذائية تكثر بالقرب من الطحالب وسيقان النباتات . يتحرك البراميسيوم في الماء بحثاً عن درجة الحرارة المثل التي تتراوح ما بين ٢٤ و ٢٨ م . استجابة الحيوان للجاذبية تكون سلبية عادة ، إذ تتجمع الحيوانات عند سطح الماء في أحواض التربية العميقة وأطرافها الأمامية لأعلى . إذا وضعت حيوانات البراميسيوم في تيار ماء هادئ ، فإنه يلاحظ أنها تواجه التيار بأطرافها الأمامية . أيضا عند تعرض هذه الحيوانات لتيار كهربائي مباشر ، فإنها تتحرك للإمام تجاه القطب السالب ، يستجيب البراميسيوم سلبيا لمعظم المواد الكيميائية . إذا وضعت قطرة من محلول ملحي تركيزه ٠,٥ ٪ بين أفراد مجموعة من البراميسيوم ، يُلاحظ أنها تستجيب بتجنب قطره المحلول الملحي . يستجيب البراميسيوم إيجابيا للأحماض ، حتى لو كان تركيزها قوى بدرجة تكفى لقتل الحيوان .

من المعتقد أن الأكياس الخيطية للبراميسيوم وبعض الهدديات الأخرى عبارة عن عضيات تقوم بوظيفة الحماية من الأعداء ، ولكن لوحظ أنها نادرا ما تحمي الحيوان من أعدائه بعد إطلاقها .

١٥ - ١٩ التكاثر

يتكاثر البراميسيوم بالانقسام الثنائي ، يتخلله من حين لآخر تكاثر بالاقتران والتزاوج الذاتي (نوعين من إعادة التنظيم النووي) .

الانقسام الثنائي (شكل ١٠ - ١) . تنقسم النواة الصغيرة إلى نواتين صغيرتين بواسطة الانقسام غير المباشر ، وتوجه كل نواة إلى أحد طرفي الجسم ؛ تنقسم النواة الكبيرة أيضا عرضيا إلى نواتين بالانقسام المباشر . يتكون في الحيوان بلعوم آخر ، وكذلك فجواتان متقبضتان جديدتان يتخصص السيتوبلازم في المنتصف ثم ينقسم إلى جزئين . يتكون في النهاية حيوانان صغيران ، يوجد بكل منهما مجموعة كاملة من العضيات . يكبر الحيوانان في الحجم ، ولا يبدأ كل منهما في الانقسام إلا بعد أن يصل إلى الحجم العادي . تستغرق عملية الانقسام الثنائي ساعتين تقريبا ؛ قد تتكرر هذه العملية يوميا من مرة واحدة إلى أربع مرات ، وينتج عنها أفراد يتراوح عددهم من ٢ إلى ١٦ فردا مجموعة الحيوانات التي تنتج من تكاثر فرد واحد تعرف بالنسل اللاجنسى . قد ينتج في العام الواحد

ما يزيد على ٦٠٠ جيل . يعتمد معدل التكاثر على الظروف البيئية الخارجية كالتغذية ودرجة الحرارة وعمر المرنى وكثافة الأفراد ، بالإضافة إلى بعض العوامل الداخلية الوراثة والفسولوجية .

١٥ - ٢٠ الإقتران .

يحدث من حين لآخر في البراميسيوم وهديبات أخرى أن تتحد الأفراد في أزواج إتحاداً مؤقتاً ، ويتم تبادل الأنوية الصغيرة بين الفردين المتحدين ، ويعرف هذا بالإقتران . يلتصق فردان ببعضهما البعض من جهة السطحين القميين ، ثم تتكون وصلة بروتوبلازمية بينهما . يستمر الفردان في السباحة أثناء هذه العملية . تحدث بعد ذلك سلسلة من التفجرات النووية في كل فرد (شكل ١٥ - ١٥) .

من الملاحظ أن الفردين المقترنين ينتميان إلى نوعين تزاوجيين مختلفين (١ ، ٢) ، ولا يعتبر هذان النوعان جنسين (ذكرى وأنثوى) ، لكن الذى يحدث هنا هو أن أفراداً من نوع تزاوجي تقترن مع أفراد من نوع مقابل . عملية التزاوج الدائى تعتبر عملية إعادة تنظيم للمادة النووية ، وهى تشبه عملية الإقتران إلا أنها لا تحدث إلا في فرد واحد فقط .

١٥ - ٢١ هدييات أخرى

عند فحص قطرة ماء من بيعة مائية عذبة أو نصف ملحة ، أو ملحة ، فإننا سوف نشاهد نوعاً أو أكثر من الهديبات ، يدل هذا على مدى إنتشار هذه الأوليات . بعض أنواع الهديبات المستقلة (فوريسللا ، مستور) والتي تكوّن مستعمرات (زوثامبيوم) لها قوائم تلتصق بها . بالإضافة إلى الأنواع التى تعيش حرة ، هناك بعض الأنواع القليلة التى تعيش في قولون وأعور الحصان ، وفي الكرش والشبكية لمعدة الحيوانات المجترة ، وهذه الأنواع يبلغ عددها من ٥٠٠,٠٠٠ إلى ١,٠٠٠,٠٠٠ لكل المليمتر مكعب من محتويات القناة الهضمية . القليل من الهديبات يعيش متطفلاً مثل البلانتيديوم كولاي ، ويوجد في أمعاء الخنازير ، وفادراً في الإنسان ..

مراجعة

- ١ - لماذا وضعت الأوليات في عالم مستقل ؟ ما هي الميزات الرئيسية لها ؟
- ٢ - صف تركيب الأمبيا . أشرح وظيفة كل جزء .
- ٣ - ماهي الحركة الأميبية ؟
- ٤ - لا توجد أعضاء محددة بالأمبيا ، مع ذلك تم عمليات التغذية والتفلس والإخراج ، كيف ؟
- ٥ - ما هي أوجه الاختلاف بين الأمبيا وحيوان سوطي ؟
- ٦ - ما هي أنواع التغذية في السوطيات ؟
- ٧ - إشرح ظاهرة « المد والجزر الأحمر » في المحيطات . أذكر بعض الأمراض الهامة التي تسببها السوطيات .
- ٨ - ماهي أوجه الاختلاف بين الجروثومات والأنواع الأخرى من الأوليات ؟
- ٩ - إشرح دورة حياة طفيل الملاريا ، ثم أوضح كيف يمكن الحد من إنتشار المرض في الأماكن المظلمة .
- ١٠ - يعتبر البراميسيوم أكثر تعقيداً من الأمبيا . إشرح ذلك .
- ١١ - أكتب ما تعرفه عن التغذية والمضغ في البراميسيوم
- ١٢ - قارن بين الطريقتين الرئيسيتين للتكاثر في البراميسيوم .

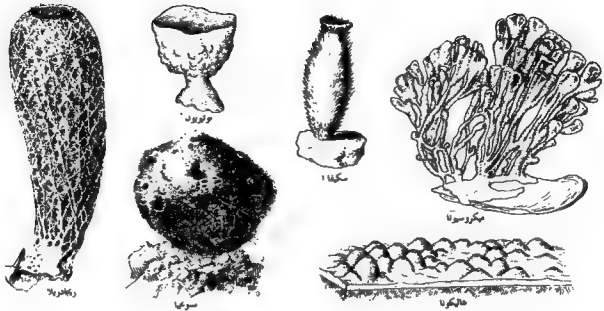
الفصل السادس عشر

الأسفنجيات واللاسعات شعبة الأسفنجيات

الأسفنج من الحيوانات عديدة الخلايا ، عديمة الحركة ، ومعظمها يتخذ شكل النبات . تشتمل هذه الشعبة على أشكال متباينة ، منها ما يوجد على شكل قشرة مفلطحة رقيقة ، ومنها ما يتخذ الشكل الصولجاني أو الكروي ، البعض يتفرع ، أيضا هناك أنواع غير منتظمة الشكل . تتباين أيضا أحجام الأنواع المختلفة ، إذ تتراوح أقطارها من ١ مم إلى ١,٨ متر (٦ أقدام) . تختلف أنواع الأسفنج من الرمادي أو الداكن إلى الأحمر اللامع أو الأصفر أو الأزرق أو الأسود . الأسفنجيات جميعها تعيش في الماء ، وهي تلتصق بالصخور أو الأصداف أو أى أشياء أخرى صلبة . معظم الأسفنجيات بحرية ، وتنتشر من مناطق المد والجزر إلى أعماق تصل إلى ٧,٣ كيلو متر (٤,٥ ميل) ؛ وهناك فصيلة واحدة تعيش في الماء العذب . تعرف الإسفنجيات أيضا بالمساميات ، وقد اشتق هذا الاسم من الجسم المثقب (المسامي) للإسفنجيات ، إذ يوجد على سطح الجسم العديد من الثقوب . إسفنج الحمام الذي يستعمله الإنسان هو الهيكل المرن لبعض أنواع الإسفنج البحرية ، أزيل منها البروتوبلازم الحي (أشكال ١٦ - ١ ، ١٦ - ٢) .

١٦ - ١ . الخصائص

- ١ - الحيوانات ذات تماثل شعاعي أو عديمة التماثل ؛ عديدة الخلايا ؛ تترتب الخلايا بطريقة غير مكتملة إلى أنسجة ، ويوجد بينها الميزينكيما .
- ٢ - يوجد بالجسم ثقبوب عديدة وقنوات أو غرف يمر بها تياراً من الماء ، لا توجد أطراف أو أجزاء متحركة أو أعضاء .
- ٣ - بعض الأسطح الداخلية أو جميعها مبطنة بخلايا طوقية سوطية (خلايا مطوقة) ؛ المضم يم داخل الخلايا .
- ٤ - يوجد عادة هيكل داخلي يتكون من قضبان (شويكات) دقيقة بللورية الشكل ، أو من



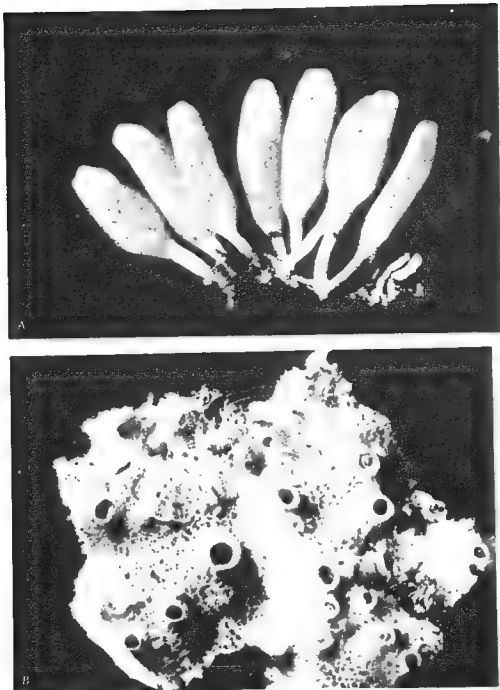
شكل ١٦ - ١ : أمثلة للإسفنجيات . طائفة الجربوات : سكيفا (ميكون ، جراتيا) . طائفة سداسيات الأضلاع : ريجندريلا ، الإسفنج الزجاجي : طائفة اللينوسونجيا ، بوتريون ، كأس نبون ، سونجيا (يوسونجيا) إسفنج الحمام ، ميكروسونا ، هاليكونا *Haliciona* الإسفنج القشري . (ريجندريلا وسكيفا عن لانكستر ، دراسة في علم الحيوان ، أ و ج بلوك)

ألياف عضوية غير منتظمة ، أو من كليهما .

٥ - التكاثر لا جنسى (بالبرعم أو بالدريرات) و جنسى (بالبيض والحيوانات المنوية) ؛
البرقات مهدبة حرة السباحة .

تشابه الإسفنجيات مع بعض الأوليات التي تعيش في مستعمرات ، وذلك في أن لها خلايا مطوقة بسيطة وهضم داخل الخلايا ؛ في حين أنها تختلف عن معظم الحيوانات عديدة الخلايا ، إذ لا يوجد بها أعضاء ، والخلايا مرتبة بطريقة غير مكتملة إلى أنسجة ، وأيضاً من الصعب تمييز الأفراد في الإسفنج المركب .

وقد وضعت الإسفنجيات في قسم مستقل هو البارازوا (بارا = يجوار) ، ويدل ذلك على أنها لا تعتبر في خط التطور المباشر بين الحيوانات وحيدة الخلية وعديدة الخلايا .



شكل ١٦ - ٢. إسفنجيات (أ) راندويرميللا ، شعبة الجفريات (ب) أدوسيا ، شعبة الديوسونجيا (إهداء من جاري ماكغونالد)

١٦ - الأسفنجيات البسيطة (أشكال ١٦ - ٣ ، ١٦ - ٤) .

الليوكوسولينا حيوان إسفنجى صغير يجرى ، يعيش في المياه الضحلة ، وهو يتحرك من مجموعة من الأنابيب الرفيعة الصولجانية الشكل التي تتحد عند القاعدة بواسطة أنابيب أفقية غير منتظمة . الجزء القائم عبارة عن كيس رقيق الجدار يحوى على تجويف مركزى يعرف بالتجويف الأسفنجى ، له فتحة واحدة كبيرة عند القمة هي الفوهة . يتحرك الجدار من : (١) بشرة خارجية مكونة من خلايا مفلطحة رقيقة ، (٢) بطانة داخلية متصلة مكونة من خلايا طوقية سوطية أو خلايا مطوقة ، وهى خلايا سائبة تكاد تلامس بعضها البعض ، (٢) ميزنكيما هلامية ، وتوجد بين الطبقتين الخلويتين ، تحوى الميزنكيما على (٤) خلايا سائبة تعرف بالخلايا الأميبية ، وهى متنوعة ، (٥) شويكات بللورية الشكل مكونة من كربونات الكالسيوم ، بعض الشويكات لها شكل قضبان رفيعة ، البعض الآخر ثلاثى أو رباعى الأشعة . توجد ثقوب مجهرية في الجدار تعرف بالثغور ، تمتد من السطح الخارجى إلى التجويف الداخلى ، كل ثقب عبارة عن قناة تمتد في خلية أنبوبية تعرف بالخلية التقية ، وتوجد في البشرة . الخلية المطوقة لها لها جسم خلوى مستدير أو يضاوى يقع على الميزنكيما ، ويحمل الطرف الداخلى السائب للخلية طوقا متقبضا شغافاً يحيط بقاعدة سوط طويل (شكل ١٦ - ٣ و) . الخلايا التقية يمكنها أن تفتح وتُغلق ، والخلايا الأميبية تستطيع الحركة بحرية في الميزنكيما الهلامية أو الهلامية . تتحرك أسواط الخلايا المطوقة فضحت تياراً دائماً من الماء ، يدخل من الثغور إلى التجويف المركزى ، ثم يخرج من الفوهة . يدخل الأوكسجين والغذاء مع تيار الماء ، الذى يحمل عند خروجه المواد الإخراجية . يتكون الغذاء من حيوانات ونباتات مجهرية وأجزاء عضوية مختلفة . تقتنى الخلايا المطوقة الغذاء ثم تهضمه ، وقد ينتقل الغذاء إلى الخلايا الأميبية . لا يوجد لهذا الحيوان أعضاء حسية خاصة أو خلايا عصبية ، ويُعتقد أن المؤثرات تنتقل ببطء من خلية لأخرى . الأسفنج بصفة عامة ، ليس له القدرة على الحركة أو الانقباض إلا بدرجة بسيطة جداً .

١٦ - ٣ أسفنجيات أخرى

سكيليا كان يعرف سابقاً باسم سيكون أو جرافليا (حيوان إسفنجى نحيف الجسم ؛ توجد بجدار الجسم ثيات تكون قوات أفقية قصيرة عديدة : (١) قوات شبيهة بفتحة للخارج بثقب صغيرة (ثغور) وتنتهى مسدودة من الداخل ، (٢) قوات شعاعية ، مسدودة من أطرافها الخارجة ، وتفتح في التجويف الإسفنجى المركزى بثقوب دقيقة هي الثقوب الزفيرية . تتصل القوات الشبيهة بالشعاعية مع بعضها بواسطة قوات صغيرة تعرف بالثقوب الأصلية . يُغطى السطح الخارجى للجسم بطلاية أدمية رقيقة ، أما التجويف الإسفنجى فهو مبطن بالطلاية المدلية ، والقنوات الشعاعية تبطنها الخلايا المطوقة . هذه القنوات العديدة تؤدي إلى زيادة كبيرة في مساحة السطح

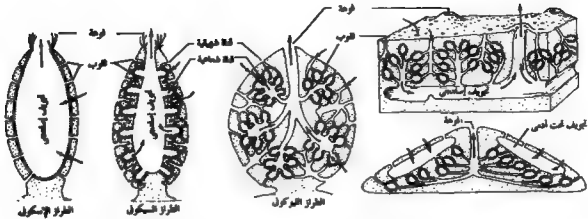
الخارجي المعرض للماء . يوجد بين الطبقات ميزنكيما هلامية تحوى على خلايا أميبية . تبرز حول الفوهة شويكات دعامية وهى طويلة ومستقيمة ، كما توجد أيضا شويكات قصيرة مستقيمة حول الثغور . هناك أنواع أخرى من الشويكات ناحية التجويف الأسفنجى لها شكل 1 ، وشويكات ثلاثية التفرع في جدار الجسم . تبرز أيضا على سطح الجسم شويكات مستقيمة تغطى الجسم مظهرًا خشنًا .

هناك أيضا أسفنجيات أخرى لها قنوات متفرعة معقدة ، والخلايا المطوقة توجد في غرف كروية (شكل ١٦ - ٥) . توجد بالجيريئات (ليوكوسولينا ، سكيفا ، إلخ) شويكات جيرية ، بعض الأسفنجيات لها شويكات سيليكية . العديد من الشويكات معقدة التركيب ، وفي الإسفنجيات الزجاجية التى تعيش في الأعماق البعيدة (سداسيات الأشواك) تلتنم الشويكات مكونة هيكلًا . يوجد بأسفنج الحمام وغيره ألياف متشابكة غير منتظمة دقيقة من الإسفنجين ، وهى مادة بروتينية تحوى على الكيريت وخاملة كيميائيا . تُفرز الشويكات والألياف من خلايا أميبية خاصة تعرف بالخللايا الهيكلية ، توجد في الميزنكيما . بعض أنواع الأسفنجيات تعيش في المياه العذبة ، في البحيرات أو المجارى المائية ، وهى توجد على شكل خصلات أو كتل صغيرة ملتصقة بالصخور أو الأحجار أو النباتات ، وتنبأين ألوانها من الأصفر أو البنى إلى الأخضر ، ويرجع اللون الأخضر إلى طحالب توجد داخل الأسفنج .

١٦ - ٤ التكاثر

يتميز الأسفنج بقدرته على تعويض ما يفقده الجسم من أجزاء نتيجة للإصابة وتعرف هذه الظاهرة بالتجدد . تتكاثر أنواع عديدة من الأسفنج بطريقة التبرعم ، قد تنفصل براعم عن الإسفنج الأصل وتكون أفراداً جديدة ، وقد تبقى ملتصقة مما يؤدي إلى زيادة في حجم الإسفنج أو في عدد أفراد المستعمرة . في إسفنجيات الماء العذب وبعض الأنواع الأخرى تتكون براعم داخلية تعرف بالدريريات ، وهذه الدريريات تساعد في المحافظة على النوع خلال فترات البرد والجفاف وغيرها من الظروف القاسية . تتكون الدريرة من تجمع عدد من الخلايا الأميبية في الميزنكيما التى تُزود بغذاء وفير ، ثم تُحاط بغلاف متين . عندما يتعرض حيوان الأسفنج للموت تبقى هذه الدريريات محتفظة بحيويتها ، وعند عودة الظروف الملائمة ، تنمو كل خلية لتكون إسفنجاً جديداً .

يوجد أيضا تكاثر جنسى في الإسفنج ، بعض الأنواع تنتج بيض وحيوانات منوية معا ، أى أنها خنثات ، في أنواع أخرى يكون الجنسان منفصلين ، وفي كلتا الحالتين تنشأ الخلايا المشيجية من خلايا الميزنكيما (الخلايا الأولية) . تبقى البويضات في الجسم إلى أن يتم تلقيحها بحيوان منوى من إسفنج آخر . تنقسم البويضة المخصبة وتكون بعد ذلك يرقة الأمفيبلاستول . تسبح هذه اليرقة في الماء بواسطة الأمتواط ليضع ساعات ، ثم تستقر وتلتصق بأى شيء ، وتنمو بعد ذلك إلى إسفنج صغير .



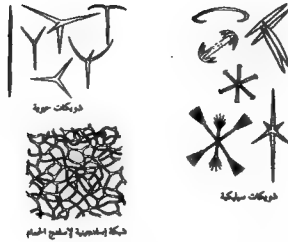
شكل ١٦ - ٥ : أجهزة القنوات في الأسفنجيات : رسوم تخطيطية لقطاعات . خطوط خفيفة تمثل الطبقة الظلامية ، الميز نسيما محطة بنقط ، مناطق الخلايا الطوقية صعدودا بمسكة ، تين الأسهم إنهاء الحيوانات المائية . عل الجين لأعل جزء من اسفنج لشري ، وعل الجين لأسفل اسفنج مياه عذبة .

١٦ - ٥ علاقة الأسفنج بالحيوانات الأخرى

قلما تهاجم الحيوانات الأخرى الإسفنج أو تأكله ، وقد يعزى ذلك إلى وجود الأشواك أو الإفرازات الكبريتية ؛ لكن العديد من مفصليات الأرجل والديدان والرخويات وبعض الأسماك تجذبها مأوى داخل فجوات الإسفنج . تعيش يرقات ذباب السبوغيليا (رتبة ثوروبترا) داخل إسفنج المياه العذبة وتتغذى عليه . تتغذى أيضا بعض الرخويات عارية الحياشيم البحرية على الإسفنج . بعض أنواع السرطان تقطع أجزاء من الإسفنج وتلتصقها على قشرتها . هناك نوع من الإسفنج شائع على أسداف القواقع التي تستخدم كمأوى للسرطان الناسك ؛ ثم تنص هذه الأسداف في النهاية ويصبح السرطان الناسك نفسه داخل الإسفنج . يعيش نوع آخر من الإسفنج على أسداف الرخويات ويحفر فيها ، مما يؤدي إلى تلف الصدفة في النهاية .

١٦ - ٦ صناعة الإسفنج

منذ العصور القديمة، يستعمل الإنسان الهياكل اللبغية لإسفنج الحمام (مونيغيا) . وقد بلغ محصول الإسفنج السنوي المستخرج من مياه البحر المتوسط وخليج المكسيك من فلوريدا إلى جزر الهند الغربية ، حوالي مليوني رطل ، وكان الغواصون يجمعون الإسفنج يدويا وبشباك خاصة . يتم جمع الإسفنج ، ثم يندس بالأقدام ، ويترك ليحتل الروتوبلازم ؛ بعد ذلك يُغسل الإسفنج وينظف ثم يُجفف ، ويصبح بعد ذلك معدا للتسويق . وقد اضمحلت هذه الصناعة الآن نظرا لإنتشار استخدام الإسفنج الصناعي .

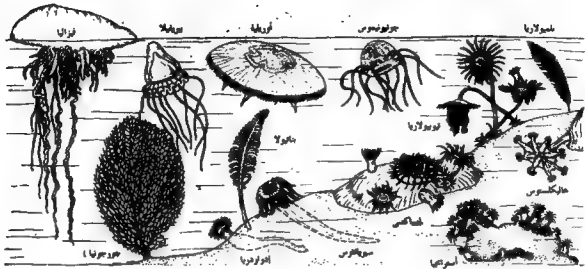


شكل ١٦ - ٦ : شوكيات وألياف الإسفنجيات (عن هايمان)

شعبة اللاسعات (الجوفمعيويات)

تعتبر اللاسعات أدنى مجموعة من الحيوانات عديدة الخلايا التي تكون فيها الخلايا أنسجة محددة . وإلى وقت قريب ، كان يطلق على هذه المجموعة إسم الجوفمعيويات ، ولا يزال هذا الإسم يستخدم في بعض الكتب لأن . تضم هذه الشعبة شكل (١٦ - ٧) الحيوانات الهدرية التي تتخذ أشكالاً شبيهة بالنباتات (طائفة الهدريات) ؛ الحيوانات الهلامية الرخوة الشفافة التي تتحرك ببطء في الماء (طائفة الفنجاليات) ؛ وشقائق النعمان الشبيهة بالزهور وتعيش على شواطئ البحار الصخرية ، والمرجانيات يهاكلها الجربية التي تكون الشعاب المرجانية في الشواطئ الإستوائية (طائفة الزهريات) . تعيش الأفراد مستقلة أو في مستعمرات ، وهناك نوعان من الأفراد : (١) البوليب ، وله جسم أنبوي ، أحد طرفية بسلسود ويلتصق بأي شيء ، أما الطرف الآخر فيوجد به فم مركزي محاط بلوامس رخوة ؛ (٢) المبدوسة ، وتسبح بحرية في الماء ، لها جسم هلامي يشبه المظلة ، حافة مزودة بلوامس رخوة ، أما الفم فهو يقع في منتصف السطح المقعر . قد يحدث في كلا النوعين تحورات متبوعة ، ويظهر النوعان في دورة حياة العديد من أنواع اللاسعات . اللاسعات جميعها مائية ؛ وتعيش ، فيما عدا أنواع قليلة ، في المياه المالحة .

البوليبيات الهدرية تكون عادة مجهرية ، ولكن قد يتراوح طول المستعمرات من بضعة ملليمترات إلى مترين . الحيوانات الهلامية يتراوح قطرها من ١٢ مم إلى أكثر من ٢ متر ، وشقائق النعمان أيضا لها أحجام متباينة ، من أفراد صغيرة الحجم إلى أحجام يصل قطرها إلى متر واحد . بوليبيات المرجانيات معظمها صغيرة الحجم ، لكن هيكل المستعمرات قد يصل طولها إلى عدة أمتال .



شكل ١٦ - ٧ : بعض الجوفسومات اللاسعة البحرية التي تعيش في بيئات بحرية ؛ جميع الرسوم مصغرة ولكن بمقاييس رسم متباينة . طائفة الهدريات ، حيوانات هدبية : لوبولاريا ، ليبولاريا ، جونيونيوس ، ليزاليا . رجل الحرب البوطالي . طائفة اللنجاليات : الحيوانات الهلامية : هاليكلينوس ، بيفيليا ، أوربليا - حيوان هلامي شائع . طائفة الزهريات ، شقائق النعمان ، المرجانيات الخ : جورجونيا - ريشة البحر ، بانوليا - قلم البحر ، إدورادزيا ، إيوكس من شقائق النعمان ؛ إسفرانجيا - مرجان حجري سيريانثوس ، من شقائق النعمان الحطارة .

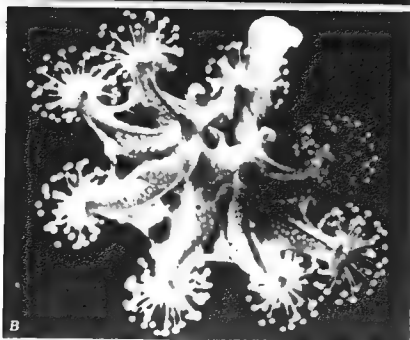
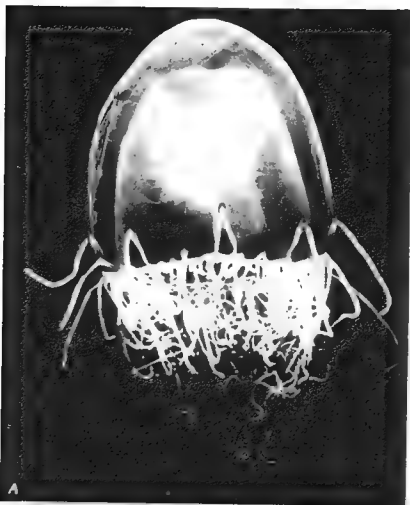
١٦ - ٧ الخصائص

١ - التماثل شعاعي حول محور عمودي يمر بالقمم ؛ الجسم مركب من طبقتين طلايتين ، بينهما مادة هلامية (ميزوجليا) متباينة السمك تبعاً للنوع ؛ توجد محافظ لاسعة مجهرية عديدة (حويصلات لاسعة) في إحدى الطبقتين أو في كليهما .

٢ - الهيكل غير موجود في أنواع عديدة ، بعض الأنواع لها هيكل جيري أو قرني ؛ توجد ألياف عضلية عند قواعد خلايا الطبقات الطلائية .

٣ - التجويف الهضمي كبسي الشكل (الشرج غير موجود) ؛ توجد لوامس رخوة حول الفم .

٤ - لا يوجد دم ، أو أعضاء تنفس أو إخراج ؛ الجهاز العصبي مكون من شبكة من خلايا عصبية وألياف ، توجد في جدار الجسم واللوامس ؛ بعض الأنواع لها بقع غنية وحويصلات توازن .





شكل ١٦ - ٨ : بعض الجوفهريرات اللاسعة . (أ) سكرنيزيا - طائفة الهدرييات (ب) هاليكلوسوس - طائفة
الفنجاليات ؛ (ج) بساموجورجيا - مرجان - طائفة الزهريرات (د) بناهلوساركوس - قلم البحر - طائفة
الزهريرات . (مهدهاه جميعها من جارى ماككونالد)

٥ - التكاثر بصفة عامة لا جنسى بالتبرعم فى الطور البوليبيى المستقر ، ويتم بالتبادل مع التكاثر
الجنسى بالبنيات والبيض فى الطور الميذوسى الحر . بعض الأنواع بها مناسل بسيطة وليس لها قنوات
تناسلية .

طائفة الهيدريات

(الحيوانات الهيدرية)

١٦ - ٨ . تركيب الهيدرا

الهيدرا بوليب صغير يعيش مستقلاً في المياه العذبة (شكل ١٦ - ٩) ، لها جسم إسطوانى رفيع (الطول يتراوح من ١٠ إلى ٣٠ م) ، الطرف الخلفى مسدود يمثل القدم ، ويلتصق بالمرتكزات ، أما الطرف الأمامى فيحمل لوامس مجوفة عددها من ٦ إلى ١٠ ، وهى مرتبة حول الفم ؛ يؤدى الفم إلى تجويف هضمى داخل الجسم ، يعرف بالتجويف الوعائى المعدى (المعى) . جسم الهيدرا غاية فى المرونة ، وهو قابل للإمتداد ليصبح أنبوبة طويلة ، كما يمكنه أن ينثى أو ينقبض ليتخذ شكلاً كروياً قصيراً ، وتصبح اللوامس مجرد بروزات . قد تتكون براعم جانبية من الجسم تنتج أفراداً جديدة لا جنسياً . تظهر أحياناً على الجسم مبايض أو خصيات مستديرة للتكاثر الجنسي (شكل ١٦ - ١٠) .

يتركب جدار الجسم من طبقتين فقط ، بشرة خارجية رقيقة .. تركب من خلايا مكعبة قصيرة ، وأدمة معدية داخلية تقوم أساساً بوظيفة الهضم . توجد بين الطبقتين ميزوجليا لا خلوية رقيقة ، متصلة بالطبقتين الخلويتين ، وتعمل كهيكل مرن للجسم واللوامس . تحترق كلتا الطبقتين على أربعة أنواع رئيسية من الخلايا ، وكل نوع متخصص تركيبياً ووظيفياً لأداء عملية حيوية خاصة ؛ وبصفة عامة تقوم هذه الأنواع من الخلايا بجميع الوظائف الحيوية فى الهيدرا .

١ - **الخلايا العضلية الطلاقية** لها شكل 1 ، وهى مترصة بجوار بعضها مكونة سطح الجسم ؛ يوجد عند قاعدة الخلية ليفيه متقبضة تستقر طولياً فى الميزوجليا ، تعمل هذه الليفيات كمضلات طويلة ، عند إنقباضها يقصر الجسم وكذلك اللوامس . وبالمثل ، تكون الخلايا الهضمية الطلاقية الجزء الأكبر من بطانة التجويف الوعائى المعدى ، وهى تقوم بهضم الغذاء . هذه الخلايا ليفيات تستقر عرضياً فى الميزوجليا ، وتعمل كمضلات دائرية ؛ يحدث إنقباضها صغراً فى قطر الجسم ، وبالتالى زيادة فى طول الجسم (شكل ١٦ - ١٠) . توجد أيضاً ليفيات دائرية حول العم وقواعد اللوامس المجوفة ويؤدى إنقباضها إلى غلق الفتحات . تحمل خلايا كثيرة فى الأدمة المعدية سوياً أو سوطين .

٢ - **الخلايا الغدية** وهى خلايا طويلة تغطى منطقة القدم ، وتفرز مادة مخاطية لزجة تساعد الحيوان على الالتصاق بالمرتكزات . توجد أيضاً خلايا غدية كبيرة حول الفم وفى الأدمة المعدية ، وهى تفرز إنزيمات لهضم الغذاء .

٣ - **الخلايا البنيوية** وهى خلايا صغيرة مستديرة غير مميزة ، تقع عند قواعد الخلايا الطلاقية ،

ويمكنها أن تكون الحويصلات اللاسعة والراعم والخلايا التناسلية وغيرها من الخلايا .

٤ - الخلايا الحسية : هي خلايا رفيعة تتصل بشبكة الخلايا الحسية المقابلة للميزوجليا . تتصل الخلايا الحسية بدورها بليفات الخلايا المضطية الطلائية . تتكون بذلك آلية عصبية محركة - حسية ؛ تستقبل الخلايا الحسية المؤثرات ، الخلايا العصبية تقوم بتوصيل السيالات العصبية ، والليفات تستجيب لتلك السيالات . بخلاف العضيات المحركة العصبية الموجودة في بعض الأوليات ، فإنه لأول مرة في الحيوانات تظهر أبسط آلية عصبية تعمل على تنظيم حركات الجسم واللوامس . لا يوجد في الهيدرا عقدة مركزية أو مخ ، كما في الحيوانات العليا .

١٦ - ٩ الحويصلات اللاسعة

الحويصلة اللاسعة هي محفظة دقيقة مملوءة بسائل ، تحوى على أنبوبة خيطية ملتفة يمكن أن ينقلب داخلها خارجاً (كالجورب) ، وتبرز مندفعة للخارج ، وهي تساعد في إقتناص الفريسة أو في الحركة . توجد الحويصلة اللاسعة داخل خلية بيئية متحركة تعرف بالخلية اللاسعة . لهذه الخلية زائدة كالزنناد تبرز للخارج تسمى شعيرة اللسع . بعض الحويصلات اللاسعة توجد فرادى ، والبعض الآخر تتجمع على شكل « بطارية » في خلية طلائية كبيرة . الحويصلات اللاسعة توجد بكثرة في اللوامس ، وأيضاً توجد في كل مكان بالجسم عدا القرص القاعى . هناك عدة أنواع من الحويصلات اللاسعة : النوع الأول نافذ كروى ، له أنبوبة خيطية طويلة تخترق أجسام الحيوانات الصغيرة ، وتحقن سائلاً يسبب شللاً للفريسة ؛ النوع الثانى لفاف كغوى الشكل له أنبوبة خيطية تلتف على شمر أو أشواك الفريسة ؛ ونوعان لاصقان ينتجان إفرازاً لزجاً . لا تعمل شعيرة اللسع بمفردها كزنناد لإطلاق المؤثرات الآلية ، لكن قد تطلق الأنبوبة الخيطية من الحويصلة اللاسعة نتيجة لمؤثرات آلية وكيميائية تنبث من الفرائس نفسها .

١٦ - ١٠ التاريخ الطبيعى

يعيش الهيدرا ملتصقة بمركبات في الماء ، لكن يمكنها أن تنثى وتلتف لاقتراس الفريسة . تستطيع الهيدرا أن تتقل من مكانها بطريقة الزحف (شكل ١٦ - ٩) ، أو بأن تقلب مستخدمة اللوامس كأرجل ، أو بالانزلاق بالقدم ، أو بالطفو وهي ملتصقة بقفاعة غزيرة تفرزها القدم . عند الحاجة إلى الغناء ، تمد الهيدرا لوامسها ؛ وعندما تلامس قشريات صفيرة أو يرقات حشرات أو حيوانات أخرى صفيرة ، تطلق الأنابيب الخيطية من الحويصلات اللاسعة ، ثم تقوم اللوامس بحركات تأزيرية تدفع بالفريسة إلى الفم . عندما يصل الغناء إلى التجويف الوعائى المعدى ، تفرز الخلايا الضدية إنزيمات هاضمة تساعد جدار الجسم والأسواط على خلط الغناء بالإنزيمات . يتم بعض الهضم في التجويف الوعائى المعدى ، ويعرف بالهضم خارج الخلايا ، كما يحدث في معظم الحيوانات عديدة الخلايا ؛ بعض خلايا الأدمة المعدية تلتهم جزءاً من الغناء ويحضمه داخل ضجواتها الغشائية ، وهذا

النوع من المضم يعرف بالمضم داخل الخلايا ، كما يحدث في الأوليات والإسفنجيات . لذلك تجمع الهيدرا بين طريقتي المضم اللتان تحدثان في الحيوانات الأدنى منها والحيوانات الأعلى منها . تطرد بقايا الغذاء غير المهضومة إلى الخارج عن طريق القم ، لذلك يعمل القم كشرج أيضا .

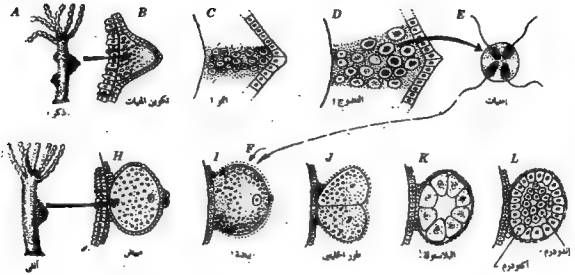
يُختزن الغذاء المهضوم في الخلايا وخاصة في الأجزاء الأكثر نشاطاً ، كذلك التي تكون براعم أو المناسل . تم عملية تبادل الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون وكذلك إخراج المواد الإخراجية بواسطة الانتشار ، معظم هذه العمليات تم عن طريق البشرة .

تستجيب الهيدرا للمؤثرات البيئية ، وتحمّد الإستجابة على حالتها الفسيولوجية ؛ فهي عندما تبحث عن الغذاء ، فإنها تغير من مكانها وتحرك لوامسها ؛ وعندما تكون في حالة سكون ، فإنها تُقلص جسمها ولوامسها من حين لآخر . عند لمس الهيدرا لمساً خفيفاً ، يمتد الجزء الذي وقع عليه المؤثر ؛ أما إذا كان المؤثر قوياً ، كتحريك الماء ، تحدث إستجابة فورية ، إذ تنقبض جميع أجزاء الجسم . لكل نوع من أنواع الهيدرا درجة إضاءة مثل يعيش فيها ، لكن الهيدرا الخضراء تفضل الإضاءة المناسبة لها أكثر من الأنواع الأخرى . وبصفة عامة ، تعيش الهيدرا في المياه الراكدة الباردة ، وتتجنب المياه النافثة أو الملوثة . في بعض البحيرات ، تعيش الهيدرا على أعماق كبيرة تصل إلى ١٨٠ قدم (٥٥ متر) ، لذلك فهي تعتبر أحياناً مصدر إزعاج للصيادين ، إذ تلتصق بالشباك وتحمّل إلتهاها في أيديهم نتيجة للمواد التي تطلقها الحويصلات اللاسعة ، وذلك أثناء جمع الأسماك من الشباك .

١٦ - ١١ التكاثر

قد تتكاثر الهيدرا لا جنسيا بالتبرعم ، ينشأ البرعم كتوء من جدار الجسم مكون من بشرة وميزوجليا وأدمة معدية ويمتد فيه جزء من التجويف الوعائى المعدى ؛ ثم يأخذ البرعم في الإستطالة وتتكون له لوامس وفم ، وعندئذ يفصل عند القاعدة مكونا هيدرا صغيرة . تتكون أحيانا عدة براعم في الحيوان الواحد ، كما قد تتكون براعم ثانوية على البراعم الأولية ، بذلك يبدو الحيوان كأنه مستعمر من حيوانات هدرية . إذا قطعت الهيدرا إلى قطعتين أو أكثر ، فإن كل قطعة تنمو وتكون في النهاية هيدرا صغيرة كاملة ، تُعرف هذه الظاهرة بالتجدد . يمكن أيضا تجميع قطع من حيوانات مختلفة معاً .

معظم أنواع الهيدرا ثنائية المسكن ، يُنتج الفرد الواحد إما خلايا تناسلية ذكورية أو أنثوية فقط . هناك أنواع قليلة أحادية المسكن أو خنثى ، إذ يُنتج الفرد الواحد الخلايا التناسلية الذكورية والأنثوية معا . تتكون المناسل في فصل الخريف عادة ، لكن من الممكن أن يُحفز الحيوان لتكوين المناسل في الفصول الأخرى ، وذلك بخفض درجة حرارة الماء . تمثل الأعضاء التناسلية في الهيدرا بالمناسل فقط (المبايض التي تنتج البويضات والمخصبات التي تنتج المنيات) . تنشأ المناسل (المبيض أو الخصية) من الخلايا البينية بالبشرة . حيوان منوى بالغ من هيدرا يُلقح ببويضة من هيدرا أخرى



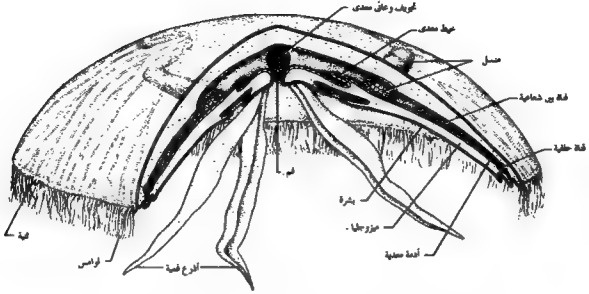
شكل ١٦ - ١١ : التكاثر الجنسي في الهيدرا (مقتبس من فان رويش ١٩٠٨ - ١٩٠٩)

(شكل ١٦ - ١١) . تفرز البلاستوله النامية قشرة أو حويصلة حولها ، ثم تنفصل عن جسم الأم وتسقط في الماء ، حيث تستكمل نموها . تتولد فيما بعد الهيدرا الصغيرة من الحويصلة وتبدأ حياة جديدة .

١٦ - ١٢ الحيوانات الهيدرية التي تكوّن مستعمرات

فيما عدا الهيدرا ، معظم الحيوانات التي تنتمي لطائفة الهيدريات بحرية ، وتعيش في مستعمرات مستقرة وهي تشبه النباتات في الشكل (شكل ١٦ - ١٢) . للمستعمرة قاعدة جلدية الشكل ، تنشأ منها سيقان متفرعة تحمل المئات من البوليبيات ، ويوجد نوعان أو أكثر من هذه البوليبيات ، أكثرها شيوعاً هما الحويونات الغذائية (البوليبيات الغذائية) والحويونات المنسلية (البوليبيات التناسلية) يوجد أحياناً في المستعمرة بوليبيات دفاعية أو حويونات أصبعية . تقوم البوليبيات الغذائية باقتصاص الغذاء ، ثم تدفع به إلى التجويف الوعائي المعدى أو المعى ، حيث يتم الهضم . يسر الغذاء المهضوم في التجويف الوعائي المعدى المشترك حيث يتم توزيعه إلى جميع أجزاء المستعمرة . ينتج من البوليبيات التناسلية مبيدوسات صغيرة تشبه الحيوانات الخلامية ، قد تبقى هذه المبيدوسات على الحويون المنسل أو تفصل عنه وتتولد في الماء . تنمو المبيدوسات الصغيرة ، وتكوّن النسل التي تنتج البويضات والحيوانات المنوية . تكوّن البيضة المخصبة يرقة البلانتولا ، وهي مهدبة وتسيح بحرية في الماء . بعد مضي وقت قصير ، تستقر هذه اليرقة وتبدأ في تكوين مستعمرة جديدة بواسطة التبرعم اللاجنسي .

في بعض المستعمرات مثل الأولبيا ، تقوم الحويونات الغذائية بجميع الوظائف الحيوية عدا التكاثر ، أما الحويونات المنسلية فتقوم بوظيفة واحدة فقط هي التكاثر ، إذ تكوّن المبيدوسات التي ترك



شكل ١٦ - ١٣ : تركيب حيوان هلامي الأوريليا (طائفة الفنجاليات) : ربع الجسم مقطوع ليعين التركيب الداخلى .

طائفة الفنجاليات

(الحيوانات الهلامية)

١٦ - ١٣ التركيب والتاريخ الطبيعى

في هذه الطائفة يتراوح قطر المبدوسة من بوصة واحدة إلى عدة بوصات ، وتتكون معظمها من الميزوجليا الهلامية الشكل ، البوليب إن وجد فهو صغير جدا . جسم الحيوان الهلامي يشبه المظلة ، تحمل الحافة لوامس تعرضها ثمانية أزواج من الثنيات . يحيط بالفم أربعة أذرع فمية ذات ميازيب ، مزودة بحويصلات لاسعة على الحواف . يخرج من التجويف الوعائى المعدى أربعة جيوب تحتوى على المناسل ، وجهاز من القنوات الهضمية متفرعة في الجسم وتمتد إلى قناة حلقية حافية . يوجد بين كل زوج من الثنيات عضو حسي يحتوى على بقعة عينية حساسة للضوء ، وحويصلة توازن مجوفة بها حبيبات جيرية تعمل على حفظ توازن الحيوان ، ونقرتين حسيتين قد تقومان بوظيفة إنتقاء الغذاء .

تقبض العضلات الدائرية عند حافة المظلة بصفة منتظمة ، ويؤدي ذلك إلى دفع الماء من التجويف الداخلى للمظلة ، ونتيجة لذلك يتحرك الحيوان ببطء في الماء . يتكون الغذاء أساسا من لافقاريات وأسمك صغيرة ، يتم إقتصاصها بواسطة الحويصلات اللاسعة التي تحملها الأذرع الفمية ، يدفع الغذاء بعد ذلك إلى الفم . ييسر الغذاء المهضوم في القنوات . يتم التنفس والإخراج بواسطة

الإنتشار عن طريق سطح الجسم كما هو متوقع . توجد شبكة عصبية على الحواف ، وهى تقوم بتنظيم إنقباض المظلة وحركات الأذرع القمية .

الجنسان منفصلان ولكنهما متشابهان (شكل ١٦ - ١٤) . تنتقل الحيوانات المنوية للذكر عن طريق الماء إلى الأنثى حيث يتم إخصاب البيض المتكون فى المناسل (المبيض) . تخرج الزيجوات وتستقر على الأذرع القمية ، ثم ينمو كل زيجوت مكوناً فى النهاية يرقة البلاتيولة المهذبة . تسبح اليرقة فى الماء لفترة ثم تهبط إلى القاع حيث تستقر هناك ، وتتحول بعد ذلك إلى بوليب دقيق (الأنبوبة المدربة أو الفنجال) ، قد تتكون براعم لهذا البوليب . تنقسم الفنجال إلى صف من يرقات الإفرا بواسطة إنشطار عرضية ؛ تتكون يرقة الإفرا من ثمانية فصوص ؛ تصبح يرقة الإفرا حرة بعد ذلك ، ثم تنقلب وتنمو إلى حيوان هلامي بالغ .

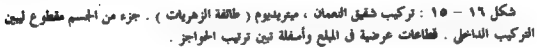
طائفة الزهريات

(شقائق النعمان ، المرجانيات إلخ ..)

الزهريات بوليبات بحرية تشبه الزهور ؛ تتباين أجسامها بدرجة كبيرة ؛ معظمها يتميز بأجسام قوية . بالإضافة إلى شقائق النعمان والمرجانيات ، تضم هذه الشعبة المرجانيات السوداء والقرنية والرخوة ، ومستعمرات ريش البحر وزهور البانسية البحرية وغيرها . لا يوجد فى هذه الشعبة الطور المينوسى . تعيش هذه الحيوانات فى المياه الضحلة الدافئة ، ولكن البعض يوجد فى البحار القطبية ، بعض الأنواع تعيش على أعماق بعيدة فى البحار والمحيطات قد تتجاوز أربعة أميال (٦,٤ كيلو متر) .

١٦ - ١٤ التركيب

المخريدوم من شقائق النعمان الشائعة ، له جسم إسطوانى قصير ، الجزء العلوى مفلطح ويعرف بالقرص القمى وهو يحمل لوامس مجوفة قصيرة عديدة تحيط بعم كالشئ (القاعدة) القرص القمى (تستعمل فى الالتصاق بمرتكز صلب . يوجد مبلع وهو أنبوبة مسطحة تصل بين القم والتجويف الوعائى المعدى ؛ يزود المبلع بمهذب أو ميزابين على الجانبين ، يمدان تياراً مائياً من خارج الحيوان لداخله والعكس . يوجد بداخل الحيوان ستة أزواج من الحواجز أو المساريقا الكاملة ، تمتد بين جدار الجسم والمبلع ، وتقسم التجويف الداخلى إلى ستة غرف شعاعية ؛ كما توجد حواجز أخرى غير كاملة تنشأ من جدار الجسم ولكنها لا تصل إلى المبلع . توجد بالحواجز الكاملة فتحات تسمح بدوران الماء بين الغرف . يكون الطرف الداخلى السائب لكل حاجز محيطى حاجزى غليظ يمتد لأسفل كخط ملئ يعرف بالأوكوتيتوم ، يحمل كلا الجزئين خلايا غدية وحيصلات لاسعة . يمكن للأوكوتيتا أن تبرز للخارج من خلال ثقبوب بجدار الجسم أو عن طريق القم . تتكون المناسل على حواف الحواجز .



تتغذى شقائق النعمان على الرخويات والقشريات ولاقناريات أخرى بالإضافة إلى الأسماك . الحويصلات اللاسعة تصيب الفريسة بالشلل ، ثم تحملها اللوامس إلى الفم ، يمكن للحويان أن يقتنص بعض الفرائس بواسطة الفم والمبلغ مباشرة ، إذ هما القدرة على الاتساع بدرجة كبيرة . تُفرز الإنزيمات من الحويوط في التجويف الوعائي المعدى ، ويتم الهضم ، ثم يُمتص الغذاء المهضوم عن طريق الأدمة المعدية . بقايا الغذاء غير المهضوم تخرج للخارج عن طريق الفم .

الجنسان منفصلان في هذه الحيوانات ، وتوجد المناسل على الخيوط الحاجزية . تخرج الحيوانات المنوية وكذلك البيض عن طريق الفم ويم الإخصاب في الماء . ينمو الزيجوت إلى جاسترولة طويلة مهدبة ، ثم تتكون بعد ذلك الحواجز في التجويف الداخلي ، تكون فتحة الجاسترولة الفم ؛ تظهر بعض الأهداب الطويلة الصلبة عند الطرف اللفامي . تسبح اليرقة في الماء وتتغذى على الكائنات الدقيقة ؛ بعد فترة تستقر اليرقة في القاع وتثبت نفسها من الجهة اللفامية ، ثم تنمو بعد ذلك لتكون حيواناً جديداً . تتكاثر بعض أنواع شقائق النعمان لا جنسياً بالإنشطار أو بتقطيع القرص القلبي .

١٦ - ١٦ المرجانيات

تتضمن الزهريات المعروفة بالمرجانيات مجموعتين مميزتين هما : المرجانيات الرخوة أو الألسيونات والمرجانيات الحجرية . تتميز المرجانيات الرخوة بأن لوامسها ريشية الشكل (متفرعة) وهيكلها داخل يتكون من شويكات ؛ أما المرجانيات الحجرية فلها لوامس غير متفرعة وهيكل خارجي يتكون من مادة جوية . تكوّن الأجيال المتعاقبة من هذه البوليبات الشعاب المرجانية في البحار الاستوائية (بين خطي عرض ٥٢٠ شمالاً و ٥٢٠ جنوباً) ، حيث لا تقل درجة حرارة الماء عن ٥٢٠ م . لهذه الشعاب المرجانية أشكال عديدة : (١) شعاب الحواشي وتمتد إلى ربع ميل من الشاطئ ؛ (٢) شعاب الحواجز ويفصلها عن الشاطئ مساحة مائية واسعة عميقة ؛ (٣) الشعاب الدائرية أو الأتول وهي شعاب على شكل دائرة تتوسطها المياه ، وهي ليست جزيرة . الحاجز المرجاني الأعظم يقع في شمال شرق استراليا ، ويبلغ طوله ١٢٠٠ ميل (١٩٠٠ كيلو متر) ، ويبعد عن الشاطئ بمسافات تتراوح من بضعة أميال إلى ١٥٠ ميل (٢٤٢ كيلو متر) . توجد أتولات متباعدة الأحجام في المناطق الدافئة للمحيط الباسيفيكي .

وقد استنتج داروين أن الأتولات المرجانية بدأت كشعاب حاشية حول جزيرة ، ثم اختفت هذه الجزيرة تحت الماء نتيجة لعوامل بيئية معينة ، وبقيت الشعاب المرجانية على شكل دائرة أو أتول تتوسطها المياه . وقد كشفت عمليات التنقيب التي أجريت حديثاً عند منطقة بيكيني عن وجود فورامينيفرا من العصر الأوليجوسيني (منذ ٣٠ مليون سنة تقريباً) بين حبات الرمل ، على عمق ٢٥٠٠ قدم (٧٦٢ متر) . وعندما وصلت عمليات التنقيب إلى عمق ٤٦٠٠ قدم (١٤٠٠ متر) في منطقة أتول إيبوتوك ، إكتشفت هناك صخور بركانية صلبة ، وهذا الإكتشاف يؤيد نظرية داروين .

مراجعة

- ١ - من المعروف أن الإسفنجيات تعيش مثبتة ، وأيهما تشبه النبات في الشكل . لماذا تصنف مع الحيوانات ؟
- ٢ - إشرح أوجه الاختلاف بين الإسفنجيات والحيوانات عديدة الخلايا الأخرى .
- ٣ - قارن بين الخلية المطوقة والخلية الأميبية من حيث الموضع والوظيفة .
- ٤ - ما هو غذاء الإسفنج ، وكيف يحصل عليه ، وأين يهضم الغذاء ؟
- ٥ - صف أنواع التكاثر في الإسفنج .
- ٦ - كيف وأين تم الوظائف الآتية في اللاسعات : الهضم ، التنفس ، تنظيم حركات الجسم ، والإخراج
- ٧ - أذكر اسم حيوان من اللاسعات يوجد به طورى البوليب والميدوسة . إشرح دورة حياته .
- ٨ - يهضم السباحون في المياه الإستوائية بأذرع الحيوانات الهلامية الكبيرة أثناء السباحة . يمس السباحون بعد ذلك بألم مفاجئ ، ثم يظهر طفح جلدى . ما هى التراكيب التى تسبب ذلك فى الحيوان الهلامى ، وكيف تعمل ؟
- ٩ - عرف الآتى : ظاهرة تعدد الأشكال ، الميزوجليا ، التمثال الشعاعى . أذكر مثال لكل .
- ١٠ - كيف يمكن لشقائق العمان أن تقتصر سمكة ؟ وكيف يهضمها بعد ذلك ؟
- ١١ - ما هو المرجان ؟ كيف يتكون ؟ وأين يوجد ؟

الفصل السابع عشر

الديدان المفلطحة والديدان المستديرة

شعبة المفلطحات الديدان المفلطحة

هناك العديد من الحيوانات تتميز بأجسامها الطويلة وبعدم وجود أطراف ظاهرة ، وتعرف هذه بالديدان . وتختلف هذه الحيوانات عن الإسفنجيات واللاسعات في الشكل وفي وجود الأجهزة العضوية . تتميز الدودة بطرف أمامي تتقدم به عادة للأمام في يبتها ، يقابله من الجهة الأخرى الطرف الخلفي . لهذه الحيوانات سطح بطني يتجه لأسفل عند الحركة أو الراحة ، يقابله سطح ظهري يتجه لأعلى . تُرتب الأجزاء الخارجية والداخلية للجسم بطريقة متأللة على الجانبين الأيسر والأيمن محور أو مدار يمتد بطول الجسم ، لذلك تعرف هذه الحيوانات بأنها جانبية التماثل . تتميز هذه الصفات التي سبق ذكرها عامة ومميزة للديدان ومعظم المجموعات الأخرى من الحيوانات العليا .

تعتبر المفلطحات أدنى مرتبة بين الديدان ، وهي تتميز بأجسامها الرخوة الدقيقة . تضم هذه الشعبة ثلاث طوائف هي : ديدان مفلطحة حرة المعيشة (التريلاريا) وتعيش في المياه العذبة أو المالحة أو في المناطق الرطبة ؛ ديدان مفلطحة التريماطودا ، وهي طفيليات خارجية أو داخلية ؛ الديدان الشريطية (السستودا) وجميعها متطفلة ، تعيش الديدان البالغة في أمعاء الفقاريات ، تتباين الديدان المفلطحة في الحجم ، بعض أنواع التريلاريا والتريماطودا مجهرية ، بينما يصل طول بعض الديدان الشريطية إلى ٤٠ قدماً (١٢ متر) . العديد من الديدان المفلطحة ذات أهمية من الناحية الاقتصادية ، لأنها كطفيليات قد يكون لها تأثير كبير على صحة الإنسان والحيوانات الأليفة والبرية .

١٧ - ١ الخصائص

١ - تماثل جانبي ؛ توجد ثلاث طبقات جرثومية ؛ الجسم مفلطح عادة ظهرا لبطن ؛ لا يوجد تعقيل حقيقي .

٢ - البشرة رخوة ومهدبة ، أو مغطاة بجليد ، يوجد بها مصصات خارجية أو خطاطيف أو كلاهما تستخدم في التعلق بالمائل .

٣ - الجهاز الهضمي غير كامل (يوجد فم ولكن لا يوجد شرج) ، عديد التفرع عادة ؛ لا يوجد في الديدان الشريطية .

٤ - العضلات جيدة التكوين ؛ التجويف بين الأعضاء الداخلية ملوثة بكتل خلوية سائلة (البرانشيميا) ؛ لا يوجد تجويف للجسم .

٥ - لا يوجد جهاز هيكلي أو دوري أو تنفسي ؛ الجهاز الإخراجي مزود بخلايا هليمة متصلة بقنوات إخراجية .

٦ - الجهاز العصبي يتكون أصلاً من شبكة عصبية بسيطة ، لكن الأنواع المتقدمة بها زوج من العقد الأمامية أو حلقة عصبية يمتد منها بطول الجسم ١ - ٣ أزواج من الحبال العصبية تربط بينها وصلات عرضية .

٧ - الجنسان غير منفصلين عادة (أحادية المسكن) ، الإخصاب داخلي ، البيض مجهرى ، التكوين مباشر أو يمر بطور يرقي واحد أو أكثر ، بعض الأنواع بها تكاثر لا جنسى .

طائفة التريلاريا

ديدان ملطحة حرة المشية

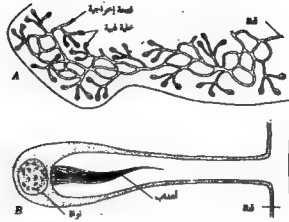
تضم هذه الطائفة ديدان البلاتاريا الصغيرة الشائعة (ديوجيزيا ، يوبلاناريا) ، تعيش في المياه الراكدة الباردة للبحيرات والجاري المائية ؛ ومن الملاحظ أنها تتجنب الضوء المباشر ، إذ تتعلق بالأسطح السفلية للأحجار والكتل الحشوية الموجودة بالماء .

١٧ - ٢ . التركيب

البلاتاريا لها جسم رخو رقيق مرن (شكل ١٧ - ١) ، يتراوح طوله من ٥ إلى ٢٥ مم ، والجسم له القدرة على الإنسباط أو الانقباض أو الإنشاء لأى إتجاه . يغطى الجسم بطبقة واحدة من الخلايا هي البشرة ، وهى غنية بالمواد الصبغية ، كما تحتوى على العديد من الغدد وحيدة الخلية . تقع تحت البشرة طبقات من الألياف العضلية الدائرية والطولية ، يؤدى انقباضها إلى تغير في شكل الجسم . يملأ الحيز بين الألياف العضلية والأعضاء الداخلية كتلة رخوة من الخلايا تعرف بالبرانشيميا ؛ لا يوجد تجويف للجسم يوجد في الطرف الأمامى للجسم (منطقة الرأس) بقعتان عينيتان داكنتان من الجهة الظهرية . يغطي السطح البطنى أهداب تساعد على الحركة . تقع فتحة الفم في منتصف السطح البطنى ، وهى تؤدى إلى بليوم عضلى قابل للتمدد (خرطوم) . توجد أيضاً فتحة تناسلية صغيرة تقع على السطح البطنى خلف فتحة الفم .

يتكون الجهاز الهضمي من الفم والبليوم وأمعاء ثلاثية التفرع تنتهى مقلقة ، ينتجه أحد الأفرع للأمعاء أما الفرعان الآخران فيأمنهما يمدان للخلع ، ولغده الأفرع الثلاثة فروع جانبية صغيرة عديدة .

شكل ١٧ - ١ : البلازما ، دودة مفلطحة حرة الحركة (طائفة التريلازيا) . (أ) الصفات الخارجية ، (ب) التركيب العام ، رسم تخيلي تقريباً : مخلوف من الجانب الأيمن (العلوي) الخصيات والوعاء الناقل وأجزاء من القناة الهضمية ، ومخلوف من الجانب الأيسر (السفلي) الحبل العصبي والغدد المحية وقناة البس . يظهر جزء صغير من الجهاز الإخراجي على الجانب الأيسر من الأمل .



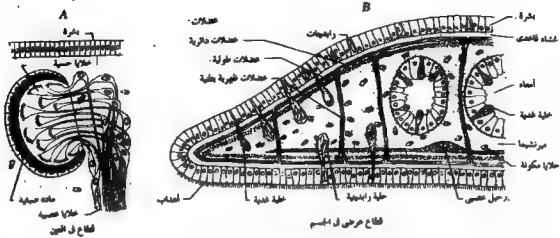
شكل ١٧ - ٧ : البلاتاريا (أ) جزء من الجهاز الإخراجي . (ب) غدة هبة واحدة مكبرة . (هـ هاجان)

المنوية . تتصل الحويصلة المنوية بقضيب يقع في الدهليز التناسلي . يوجد بعض التشابه بين الجهاز الذكري والجهاز الأنثوي ؛ يتركب الجهاز التناسلي الأنثوي من مبيضين مستديرين على الجانبين . يخرج من كل مبيض قناة بيض تمتد بجوارها غدة محبة . تفتح قناتا البيض في مهبل وسطي يتصل به كيس لتخزين المنيات يعرف بالمستودع المنوي . يفتح المهبل في الدهليز التناسلي .

١٧ - ٣ التاريخ الطبيعى

تتحرك البلاتاريا ليلاً على سطح صلب ثابت ، إذ ليس لها القدرة على السباحة بحرية في الماء . وبصفة عامة ، تتحرك البلاتاريا بالإنزلاق . تنزلق الأهداب البطنية على سطح مغلف بمادة غطائية تفرزها غدة البشرة . والجسم له القدرة على الإنكماش والإنسائط والدوران والرحف ، ويتم ذلك بواسطة التقلصات العضلية . تستجيب البلاتاريا للمؤثرات الآلية أو الكيميائية بطريقة أكثر تنظيماً مما هو في اللافحات . فتحس البلاتاريا ببيئتها الخارجية بواسطة الخلايا أو الأعضاء الحسية . تتحرك البلاتاريا في الاتجاه المطلوب بطريقة منتظمة ، سواء بالاقتراب أو الابتعاد عن هدف معين ، ويحدث ذلك نتيجة للتأثر بين الجهازين العصبي والعضلي (شكل ١٧ - ٤) .

وقد كشفت الدراسات الحديثة عن وجود نوع من التعلم والذاكرة في هذه المخلوقات الدنيا . عند تعرض البلاتاريا لضوء ساطع بصفة متكررة ، لوحظ أنها تستجيب فقط لعدد قليل من دفعات الضوء الأولى ؛ وإذا تعرض الحيوان لصدمة كهربائية خفيفة متكررة ، فإنه يستجيب بصفة مستمرة (ينكمش) . بعد ذلك ، قام العلماء بالربط بين التجريبتين السابقتين ، ويعني ذلك تعرض البلاتاريا لدفعات ضوء متكررة يلها يوضع ثوان صدمة كهربائية . لوحظ بعد ذلك ، أن هذه الوددة تنكمش بعد تعرضها للإضاءة حتى لو لم تعرض لصدمة كهربائية . وهنا حدث تعلم شرطى ، أى أن الوددة



شكل ١٧ - ٣ : البلاتاريا . (أ) قطاع في العين . (ب) قطاع عرضي في الجسم (التركيب الإعرارية مخوفة) .

تعلمت أن تقرر بين الإضاءة والصدمة الكهربائية . وهذه الإستجابة المكتسبة لا تتركز في المخ . قطعت الدودة المدربة بعد ذلك إلى نصفين ، ثم بعد فترة تجدد النصفان إلى دودتين ، لوحظ بعد ذلك أن كلتي الدودتين ، النابتتين من الجزء الأمامى والجزء الخلفى ، تستجيبان للضوء . يعنى ذلك أن كل دودة لا زالت تتذكر ما تعلمته . بالإضافة إلى ذلك ، إذا ما أعطيت دودة مدربة كغذاء لدودة غير مدربة ، ثم اختبرت الدودة غير المدربة بعد ذلك ، لوحظ أنها اكتسبت ما تعلمته الديدان المأكولة ، بدليل أنها استجابت للضوء بكفاءة أسرع . تثبت هذه التجارب أن لديدان البلاتاريا ذاكرة ، أى أن لها القدرة على الاحتفاظ بما تعلمته في الجسم ، وتذكره بعد ذلك . من المعتقد أن هذه الديدان تخزن المعلومات في أجزاء متفرقة من الجهاز العصبى ، ويمكنها أن تنتقل من حيوان لآخر عن طريق الخلايا والأنسجة .

لديدان البلاتاريا فترة كبيرة على التجلد . يعوض الجسم ما يفقده من أجزاء نتيجة للإصابة . إذا قطعت الدودة إلى جزءين أو أكثر ، فإن كل جزء ينمو ويكوّن حيواناً جديداً . تتكاثر بعض الأنواع لا جنسياً بالانشطار (شكل ١٠ - ١) . تتكاثر الديدان المفلطحة أيضاً جنسياً . عند التزاوج ، تلتصق مؤخرتا السطحين البطنين للدودتين ، ثم يولج قضيب كل دودة في الفتحة التناسلية للدودة الأخرى ، وبذلك يحدث تبادل للحيوانات المنوية بين الدودتين . تنفصل الدودتان بعد ذلك . يتم تمييز داخل البيض في كلتا الدودتين ؛ تحاط كل بيضة مخصصة بخلايا محيية . يتجمع البيض بعد ذلك في عذقة ، ثم تخرج المحفظة من الفتحة التناسلية إلى الماء الخارجى . التكوين في البلاتاريا مباشر ، وتنتج كل بيضة دودة صغيرة .

١٧ - ٤ ديدان التربلاريا الأخرى

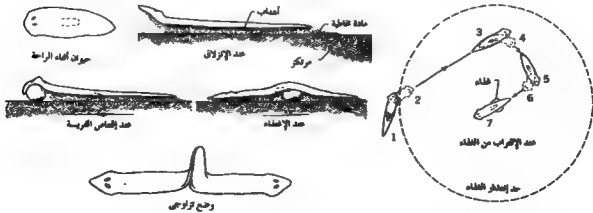
بعض أنواع التربلاريا تعيش في المياه العذبة ، ومعظمها له جسم رفيع ، البعض الآخر يعيش في الأماكن الرطبة على الأرض . معظم ديدان التربلاريا بحرية ، تعيش بين الصخور والأسطح الصلبة التي توجد عند شواطئ البحار . وتباين أشكالها ، قد تشبه ورقة الشجرة ، أو بيضاوية أو غير ذلك . غالبية ديدان التربلاريا حرة المعيشة ، والقليل منها يعيش متطفلاً ، كما أن البعض يعيش معيشة تكافلية مع غيره من الحيوانات إذ يتعلق بأسطحها الخارجية .

طائفة التريماتودا

تعيش أنواع التريماتودا جميعها كطفيليات ، غالباً على الفقاريات . يغطي الجسم بجليد ، كما يوجد محص يحيط بالقم ، وممس آخر أو أكثر على السطح البطنى . تضم طائفة التريماتودا ثلاث تحت طوائف رئيسية . تحت طائفة المونوجينيا ، وأغلبها طفيليات خارجية على الأسماك والبرمائيات والزواحف ، ولها عائل واحد فقط ، وتمر بطور يرق واحد يسبح في الماء باحثاً عن العائل الأصل وإن لم يعثر عليه فإنه يموت ، تعطى كل بيضة حيواناً بالغاً واحداً فقط . بعض أنواع المونوجينيا تسبب أوبئة تقتل بأسماك المياه العذبة . تحت طائفة الدايجينيا جميعها طفيليات داخلية تعيش في أعضاء خاصة بالجسم ، يوجد بدورة حياتها عائلان أو أكثر ، عائل لا فقارى للأطوار اليرقية وآخر فقارى للأطوار البالغة . تحت طائفة الأسيدوبوثرها تضم طفيليات تعيش في الفقاريات الدنيا والرخويات ، ولا يوجد بها محص قمى .

١٧ - ٥ دودة كبد الأغنام ، فاشيولا هياتيكا

تعتبر مثال للدايجينيا . الدودة البالغة شائعة في القناة الصفراوية للأغنام ، وتوجد أحياناً في الماشية ، ولكنها نادراً ما تصيب الإنسان . الإصابات الخفيفة تؤدي إلى إعتلال الأغنام ونقص وزنها ، أما الإصابات الشديدة فأنها قد تؤدي إلى الموت .



شكل ١٧ - ٤ : بعض مظاهر النشاط في البلاتاريا (معطمة عن يول ١٩٠٣)

الجسم يشبه ورقة الشجر ، يصل طوله إلى ٣٠ م (شكل ١٧ - ٥) ؛ يُغطى الجسم بجلبد قوى . يوجد حول الفم مص أمامى ، يقع خلفه مباشرة مص بطنى ، كما توجد فتحة تناسلية بين الممصين .

يبدأ الجهاز الهضمى بالفم الذى يؤدى إلى بلعوم عضل ماص . الأمعاء ثنائية التفرع ، يخرج من كل فرع تفرعات جانبية عديدة ، لا توجد فتحة شرح . يطرد الغذاء غير المهضوم إلى الخارج عن طريق الفم . تملأ التجاويف التى بين الأعضاء الداخلية وطبقة العضلات المركبة بيرانشيما خلوية رخوة ، لذلك لا يوجد تجويف للجسم . يحتوى الجهاز الإخراجى على العديد من الخلايا اللهبية التى تتصل بقناة رئيسية واحدة تفتح للخارج بفتحة واحدة خلفية .

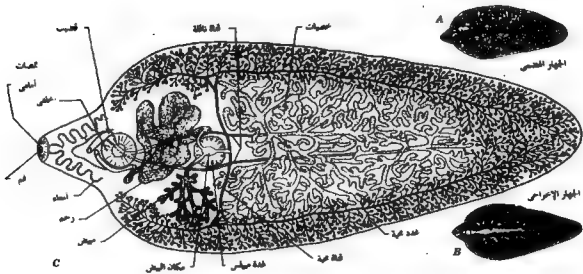
يوجد باللودة البالغة الواحدة جهازان تناسليان ، ذكرى وأنثوى ، وهما معقدان . يتضمن الجهاز التناسلى الذكرى زوجاً من الحصيلات كثيرة التفرع . تؤدى كل حصىة إلى قناة ناقلة . تفتح القناتان الناقلتان فى غرفة لتخزين المنيات (حويصلة منوية) تتصل بقناة ملحقة وقضيب . يتركب الجهاز التناسلى الأنثوى من مبيض واحد تخرج منه قناة البيض التى تفتح فى منطقة مركزية (مكان البيض) . يتقابل فى مكان البيض قناتان محبتان وغدة قشرية وكيس لإستقبال المنيات (مستودع منوى) . يفتح الجهازان التناسليان الذكرى والأنثوى للخارج بفتحة تناسلية واحدة . يتم إخصاب البيض داخل الحيوان تحام البيض المخصبة بقشرة كما تحتوى على حم ينقل البيض إلى رحم ملتف ومنه إلى الخارج عن طريق الفتحة التناسلية فى الأغصم ، يمر البيض فى القناة الصفراوية ومنها إلى الأمعاء حيث يخرج مع براز العائل . يتطلب نمو البضة وجود درجة حرارة معتدلة وبيئة رطبة (شكل ١٧ - ٦) . تفقس البضة وتخرج منها يرقة مهدبة مجهرية (الميراسيدوم) . تسبح اليرقة فى الماء ، ولا بد لها أن تجد فى خلال ثمان ساعات نوعاً خاصاً من قواقع المياه العذبة كعائل وسيط ، وإن لم تعثر عليه فإنها تموت . قد يموت القوقع نفسه إذا دخل فيه العديد من اليرقات . فى داخل القوقع ، تمر اليرقة بطورين متباينين فى الشكل (سوروسست ، ريديا) ، قد يحدث بهما تكاثر لا جنسى وتزايد فى العدد تبعاً لذلك . يتم تحور آخر داخل القوقع ، وينتج عن ذلك يرقة قرصية الشكل (سركاريا) لها مصصات وذيل . تشق السركاريا طريقها خارج جسم القوقع وتسمح فى الماء إلى أن تستقر فى النهاية على بعض الحشائش . تنحور السركاريا هناك إلى الطور اليرقى الأخير (ميتاسركاريا) الذى يفرض حول نفسه حويصلة لها قدرة على المقاومة . تبقى الميتاسركاريا جية داخل الحويصلة لمدة طويلة قد تصل إلى عدة شهور ، ما لم تتعرض للدرجة حرارة عالية أو لجفاف شديد ، أو أن ينطعمها العائل الأخير . تنتقل هذه الحويصلات إلى العائل الأساسى مع الغذاء ، وعند وصولها إلى الأمعاء ، تتحلل الحويصلات بفعل العصارات الهاضمة . تنطلق الميتاسركاريا وتشق طريقها من الأمعاء إلى الكبد ، ومنه إلى القناة الصفراوية ، حيث تنمو إلى دودة بالغة .

هناك العديد من الإحتالات التى قد تؤدى إلى عدم إكمال دورة حياة البالغة التعقيد كالتى سبق شرحها ، وبذلك تقلل من فرص البقاء على الحياة لمثل هذه الحيوانات ، ولكن أمكن لهذه الحيوانات

أن تغلب على هذه المشكلة ، وذلك بأن تُنتج اللودة البالغة عدداً كبيراً من البيض قد يصل إلى ٥٠٠.٠٠٠ بيضة ، بالإضافة إلى ذلك يمكن للمراسيديوم الواحد أن ينتج ما يربو على ٣٠٠ سركارها في التوقع .

۱۷ - ۶ دیدان ترماتودا آخری

تضم تحت طاقة الديجينا حوالي ٣٠٠٠ نوع معروفة وجميعها تنطلق على المقاريات من الأسماك إلى الثدييات ، ولكن دورات الحيلة المعقدة لهذه الديدان لم يتم دراستها إلا في عدد قليل من الأنواع . العديد من هذه الأنواع تنطلق على الإنسان في الأمعاء ، الكبد ، الرئتين ، أو الدم ، وهي طفيليات شائعة في المناطق الاستوائية ، وتسبب للإنسان العديد من الأمراض والوفيات . من أشد هذه الديدان خطرا على الإنسان ؛ ديدان جنس الشسوسوما ، وهي تعيش في الدم والكبد وتسبب مرضى البلهارسيا ، العائل المتوسط لهذه الديدان هو بعض أنواع القواقع التي تعيش في مياه البحيرات الساكنة . من المتوقع أن تزداد معدلات الإصابة بمرض البلهارسيا هذه الأيام نتيجة للإكثار من أعداد البحريات الصناعية .



شكل ١٧ - ٥ : دودة الكبد للأخماج ، فلانويلاهيكا (طائفة التريكاتودا) . (أ) الجهاز الهضمي . (ب) الجهاز الإخراجي ، وكلاهما بالحجم الطبيعي . (ج) منظر بطني للجهاز التناسلي مكبر . يظهر جزء من الجهاز الهضمي عند الطرف الأمامي . (يتصرف من سومر ولانتونا ١٩٨٠)

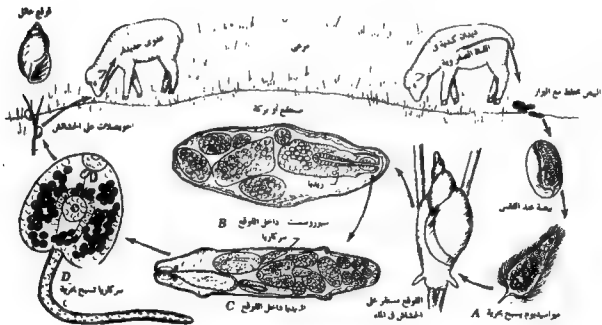
طائفة السكودا

الديدان الشريطية

١٧ - ٧ التركيب والتاريخ الطبيعي

تعتبر جميع ديدان السكودا طفيليات داخلية ، وهي تصيب الفقاريات . هذه الديدان طويلة ونحيفة ، ولها جسم مفلطح مغطى بجليد ومكون من سلسلة من القطع المتصلة تعرف بالأسلات . العديد من الديدان الشريطية تشبه دودة الخنزير الشريطية التي تصيب الإنسان . تبعا لسوليم ، وستلرس هنا كمثال للديدان الشريطية (أشكال ١٧ - ٧ ، ١٧ - ٨) .

يوجد بالطرف الأمامي للجسم رأس صغير يشبه رأس الدبوس ؛ يزود الرأس بأربعة محصات وحلقة من الأشواك الخطافية تستخدم في الالتصاق بجدار أمعاء المائل . يتركب الجسم من أسلات قد يصل عددها إلى ألف أسلة . يتصل الرأس بالجسم بواسطة عنق ، ومنطقة العنق هي منطقة نمو الدودة ، إذ تكون أسلات جديدة بالتدريج المرضي . عندما تمتلئ أقدم الأسلات بالأخوة بالبيض المنضب ، فإنها تنفصل ، وتترك جسم المائل إلى الوسط الخارجي .



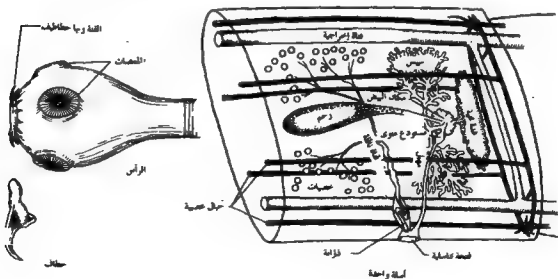
شكل ١٧ - ٦ : دورة الحياة لدودة كبد الأغنام . فاشيولا هيانيكا ؛ أطوار بيضية 80×80 ميكرون ؛ فروع بالحجم الطبيعي تقريبا (التفاصيل عن تيفاس ، ١٩٨٣) .

تحتوى كل أسلة على عضلات ، حبال عصبية متصلة بحلقة عصبية تقع في الرأس ، وقاتين إخراجيتين مزودتين بمخلايا حسية ، لكن لا توجد أعضاء الهضم . يحصل الطفل على غذائه بواسطة الانتشار عن طريق سطح الجسم ، إذ أنه يعيش وسط الغناء المهضوم في أمعاء العائل .

يوجد بكل أسلة جهاز تناسلي ذكرى وآخر أنثوى (شكل ١٧ - ٧) . قد يحدث تلقح ذاتي في نفس الأسلة أو بين أسلة وأخرى من نفس الدودة ، وقد يحدث أيضا تلقح خططي بين دودتين في نفس العائل . تزود البيضة المخصبة بالبح ثم تحاط بقشرة قوية . يتجمع البيض المخصب في الرحم ، ويزداد حجم الرحم تبعاً لذلك حتى يكاد يملأ الأسلة ، التي تصبح ناضجة ، وتضمر بقية الأعضاء التناسلية الذكرية والأنثوية . تتفصل الأسلة بعد ذلك عن بقية الجسم (شكل ١٧ - ٨) . تمر الأسلة لخارج جسم العائل مع البراز . تتحلل الأسلة ويخرج منها البيض . يتاهم العائل المتوسط (الخنزير) البيض مع غذائه . تنوب قشرة البيضة في المصارة المعوية ، وينطلق الطور اليرق الأول (أونكوسفير) الذي تكون داخل البيضة . تنتقل هذه اليرقة بواسطة الأوعية الدموية أو اللمفية إلى العضلات حيث تتوصل هناك وتكون الدودة الثمانية . تنتقل الدودة الثمانية إلى أمعاء الإنسان عندما يأكل لحم خنزير لم يتم طهوه جيداً ، وهناك تنمو إلى دودة بالغة .

١٧ - ٨ . دیدان شریطیة أخرى

هناك ما يزيد عن ١٥٠٠ نوع من الديدان التربة التي تتطفل على العديد من الفقاريات من الأسماك إلى الثدييات . يوجد الطور البالغ عادة في العائل النهائي ، ولكن تتضمن دورة الحياة عائلاً متوسطاً أو عائلياً أحياناً ، وعادة ما يكون العائل المتوسط من مفصليات القدم والفقاريات . من



شكل ١٧ - ٧ : الرأس والأسلة للعودة الخنزير الشريطية ، تينا مولىم (طائفة السعدا) .

الأمثلة المعروفة للعائل المتوسط والعائل النأى هى الماشية والإنسان ، الأرنب والكلب أو القط ، قمل أو براغيث الكلب والكلب . فى الدودة الشريطية الثانية ، ينعكس الوضع بالنسبة للتسلسل فى الحجم ، إذ يعيش الطور البالغ صغير الحجم فى الكلب أو الذئب ، أما الطور اليرق كبير الحجم والأكثر خطورة فإنه يعيش فى الإنسان وبعض الثدييات الأليفة . بعض الديدان الشريطية لا ضرر منها ، البعض الآخر قد يسبب أمراضاً خطيرة ولكنها نادراً ما تؤدى إلى الموت . تقل معدلات العدوى فى الإنسان فى البلدان المتحضرة نتيجة لازدياد الوعى الجماهيرى بالنسبة لتجنب العدوى ، وللتقدم العلمى فى طرق الكشف والعلاج للمرضى المصابين بالديدان الشريطية ، كما تُجرى أيضاً محوص مستمرة على اللحوم وكذلك يتم حفظها فى تلاجيات ، وبذلك تُمنع اللحوم المصابة من الوصول إلى الناس .

شعبة الخيطيات

الديدان المستديرة

الديدان المستديرة أو الخيطيات تتشابه أفرادها بدرجة كبيرة فى الشكل العلم ؛ لها أجسام اسطوانية رفيعة أو مدببة ، مغطاه بجليد قوى ؛ القناة الهضمية كاملة ؛ لا يوجد تعقيل . شعبة الخيطيات تضم مجموعة كبيرة من الحيوانات ، ومن بين الحيوانات عديدة الخلايا تأتى الخيطيات فى المرتبة الثانية بعد الحشرات فى أعداد أنواعها . العديد من الخيطيات تعيش حرة فى التربة أو الماء ، البعض يعيش كطفيليات على بعض النباتات والحيوانات . هناك بعض أنواع الخيطيات التى تعيش داخل جنور النباتات ، وأنواع أخرى تعيش فى الأمعاء أو الدم أو غير ذلك من الأعضاء فى الحيوانات . معظم الخيطيات صغيرة أو دقيقة الحجم ، لكن هناك أنواعاً قليلة قد يصل طولها إلى متر . بعض أنواع الخيطيات المتطفلة قد تسبب خسائر بالغة فى حيوانات المزرعة وفى بعض المحاصيل الزراعية ، كما أن هناك أنواعاً متطفلة تصيب الإنسان بأمراض خطيرة .

١٧ - ٩ الخصائص

- ١ - المحائل جانبي ؛ تتكون من ثلاث طبقات جرثومية ؛ لا يوجد تعقيل حقيقى أو أطراف .
- ٢ - الجسم رفيع أسطوانى ، مدب الطرفين ، ومغطى بجليد سميك .
- ٣ - القناة الهضمية كاملة ، أنبوية ، كيسية الشكل ؛ يوجد فم وشرج عند طرفي الجسم الأمامى والخلفى .
- ٤ - توجد ألياف عضلية طويلة فقط ، ونجوىف الجسم غير مبطن (سيلوم كاذب) .
- ٥ - لا توجد أعضاء للدوران أو التنفس ؛ أعضاء الإخراج إثنين أو واحد أو لا توجد .

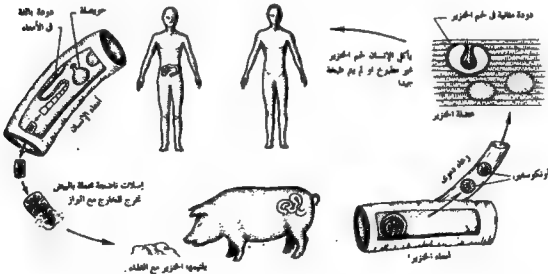
٦ - توجد حلقة عصبية حول المرىء ، وستة أعصاب أمامية ، وأربعة أو أكثر من الأعصاب أو الحبال الخلفية .

٧ - الجنسان منفصلان عادة ، والذكر أصغر حجما من الأنثى ؛ المناسل متصلة بقنوات تناسلية ؛ التلقيح داخلي ؛ البيض مجهرى مغلف بقشرة كيتينية ؛ التكوين مباشر ، يمر بعدة إنسلاخات ؛ لا يوجد تكاثر لا جنسى .

تختلف الحيطيات عن الديدان المفلطحة في الشكل ، وفي عدم وجود الأهداب والمصبات ، وفي وجود موى كامل غير متفرع وتجويف للجسم وجنين منفصلين . يوجد بالجسم عضلات بسيطة تسمح فقط بالانثناء ظهرا لبطن . تجويف الجسم (سيلوم كاذب) غير مبطن بالبريتون ، وهو بذلك لا يشبه السيلوم الحقيقي في الحلقيات أو تجويف الجسم في الديدان المفلطحة والتمريبات الملؤ بالبرانشيما ، لكنه يشبه تجويف الجسم في الدورات . ينتشر الغذاء المهضوم خلال جدار الموى وأيضاً خلال السائل الموجود في السيلوم الكاذب . تُطرد بقايا الغذاء غير المهضوم عن طريق الشرج .

١٧ - ١٠ التركيب

الدودة المستديرة الشائعة في أمعاء الإنسان والخنزير هي الإسكارس لاميرويكويدس ، وهي ذات لون وردي أو أصفر . يتراوح طول الأنثى من ٨ إلى ١٦ بوصة والذكر من ٦ إلى ١٠ بوصة (شكل ١٧ - ٩) . لهذه الديدان جسم مستدير رفيع مذهب الطرفين ، مغطى بجليد قوى ناعم

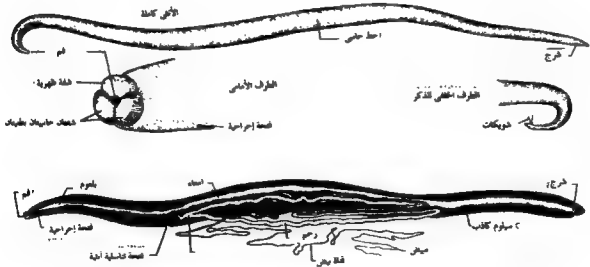


شكل ١٧ - ٨ : دورة حياة دودة الخنزير الشريطية ، تينا سولم (مقبضة جزئياً عن يوغسلافيا ، الحيوانات عديدة الصودي القفاري ، بأذن من مطبعة جامعة شيكاغو ، ١٩٣٨) .

مرن . تمتد بطول الجسم أربعة خطوط طويلة بيضاء ، واحد ظهري والآخر بطني ، وخطان جانبيين . يفتح الفم عند الطرف الأمامي للجسم وهو محاط بثلاث شفة مستديرة تحمل حلمات دقيقة . في الطرف الخلفي من الجسم يوجد الشرج ويبدو كشق عرضي يفتح في السطح البطني . الطرف الخلفي للذكر شديد الالتواء وبه زوج من الشويكات الدقيقة يبرز من الفتحة التناسلية التي تقع في الشرج . الأنثى أكثر استقامة والفتحة التناسلية (الفرج) تفتح في منتصف السطح البطني عند نهاية الثلث الأمامي من الجسم .

جدار الجسم رقيق (شكل ١٧ - ١٠) ويتركب من : (١) الجلد ، لا غلوى تفرزه البشرة ؛ (٢) البشرة ، طبقة بروتوبلازمية تحتوي على أنوية ولكن لا توجد أغشية الخلايا (لذلك فهو مدج غلوى) ؛ (٣) الطبقة العضلية ، مقسمة إلى أربعة أجزاء طويلة بواسطة البروزات الداخلية للخطوط الطولية الأربعة . تتركب الحلية العضلية من ليفة مغزلية الشكل تمتد طوليا تحت البشرة ، وزائدة وسطية صولجانية الشكل تحتوي على النواة . تكوّن الخطوط الأربعة والخلايا العضلية الحد الخارجي غير المنتظم لتجويف الجسم الذي يحتوي على الأعضاء الداخلية الساتية .

القناة الهضمية عبارة عن أنبوبة مستقيمة وهي تتركب من : (١) الفم ؛ (٢) تجويف فسي صغير ؛ (٣) بلعوم أو مريء قصير ، وهو عضلي ماص يقوم بسحب الغذاء للداخل ؛ (٤) أمعاء ضيقة غير عضلية تتكون من طبقة واحدة من الخلايا الطويلة (تقوم بامتصاص الغذاء المهضوم) مغطاه بجليد من الخارج ؛ (٥) مستقيم يؤدي إلى (٦) الشرج . لا يوجد بالاسكارس أعضاء دورية أو تنفسية . يمتد في الجزء الداخلي لكل خط جانبي قناة إخراجية ، تفتح القنوات الإخراجية بفتحة واحدة



شكل ١٧ - ٩ : ديدان مستعرة من أمعاء الخنزير ، أسكارس ميجالوسفالا (طائفة الخيطيات) . لأعل . الصفات الخارجية . لأسفل . التركيب الداخلي للأنثى .

دقيقة تقع في منتصف السطح البطني خلف الفم مباشرة . توجد حلقة عصبية حول المريء ، تتصل بأعصاب أمامية قصيرة وجبال عصبية خلفية لها تفرعات جانبية عديدة ووصلات عرضية . يوجد على سطح الجسم حلقات دقيقة ، يعتقد أن لها وظيفة حسية . العضو التناسلي (المنسل والنسل والقناة التناسلية) يكون على شكل أنبوبة رفيعة متصلة يزداد قطرها تدريجياً ، وهي مسدودة عند طرفها الداخلي ، وتلتف جيئةً وذهاباً في تجويف الجسم ، ثم تفتح بالفتحة التناسلية . الجهاز الذكري مفرد ، يتركب من أجزاء متتالية هي (١) خصية لتكوين الحيوانات المنوية ؛ (٢) قناة ناقلة للتوصيل ؛ (٣) حويصلة منوية لحزن الحيوانات المنوية الناضجة ؛ (٤) قناة قاذفة لقذف الحيوانات المنوية ؛ (٥) كيس يحتوي على زوج من الشويكات القضيبيّة ، يولج في الفتحة التناسلية للأنثى ويساعد على التصاق الذكر بالأنثى أثناء عملية الجماع . الجهاز الأنثوي مزدوج على شكل <، يصل طول كل فرع إلى ١٢٥ سم ، ويتركب من (١) مبيض ؛ (٢) قناة بيض ؛ (٣) رحم ؛ يتحد الرحمان ليكونا (٤) مهبلًا قصيرًا يفتح في (٥) فتحة تناسلية أنثوية (فرج) .

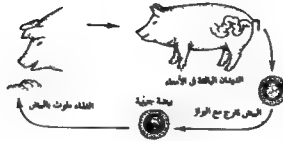
١٧ - ١١ . التاريخ الطبيعي

تتطفل دودة الاسكارس البالغة في أمعاء المائل ، وما لا شك فيه أن هذه الدودة تواجه مشكلات معيشية غير تلك التي يقابلها حيوان حر المعيشة . من الواضح أنه ليس من السهل دراسة العمليات الفسيولوجية التي تتم في الطفيل الداخلي في بيئته الطبيعية ، ولكن يبدو أن : (١) الحركة والحفاظ على الوضع تم أساساً بواسطة انتشاءات الجسم ظهراً لبطن ، (٢) يحصى الجليد الدودة الحية من تأثير المصارات الماخضة للمائل ، (٣) يحصل الطفيل على غذائه من المواد شبه السائلة التي توجد في أمعاء المائل ، يُدفع الغذاء في القناة الهضمية بواسطة المريء العضلي للدودة ؛ وبعد عملية الهضم يمر الغذاء المهضوم خلال جدار الأمعاء ، ثم يقوم السائل في تجويف الجسم بتوزيعه على الأنسجة المختلفة ؛ (٤) تعتمد عملية التنفس على تحلل الجليكوجين في جسم الدودة ، إذ لا توجد إلا كميات قليلة من الأوكسجين في أمعاء المائل ؛ (٥) يمكن اعتبار الحلقات الحسية مستقبيلات للمؤثرات الكيميائية واللمسية .

١٧ - ١٢ . التكاثر

يحدث تزاوج بين الذكر والأنثى في أمعاء المائل . يتم إخصاب البيض في قناة البيض بالأنثى . تحاط البيضة بقشرة كيتينية صلبة (طولها من ٤٥ إلى ٧٥ ملليميكرون وعرضها من ٣٥ إلى ٥٠ ملليميكرون) . تحتوي الأنثى الكبيرة على ما يقرب من ٢٧ مليون بيضة في المرة الواحدة ، وتضع ٢٠٠,٠٠٠ بيضة أو أكثر يومياً (شكل ١٧ - ١١) . ينتقل البيض من الدودة الأنثى إلى أمعاء المائل ، ثم يخرج مع البراز إلى الخارج . تحتاج البيضة إلى فترة تكوين كي تصبح معدية لمائل آخر . يمكن للبيضة، أن تبقى في حالة سكون لمدة أشهر في الظروف غير الملائمة من الجفاف أو البرد ،

ولكنها تنضج في خلال أسبوعين أو ثلاثة في الأماكن الرطبة الدافئة الظليلة . تحدث العدوى للإنسان عندما يتلصق البيض الجنيني (يحوى على ديدان جنينية) مع الغذاء أو ماء الشرب . عند وصول البيض إلى أمعاء المائل ، يفقس وتخرج منه يرقات صغيرة (طولها من ٠,٢ إلى ٠,٣ م) . تمر هذه اليرقات في الأوردة أو الأوعية اللمفية التي توجد في جدار الأمعاء ، وتنقل إلى القلب ومنه إلى الشعيرات الدموية للرئتين ، وأثناء ذلك تكبر اليرقة في الحجم . بعد أيام قليلة ، تشق اليرقات طريقها إلى الممرات الهوائية وتنقل عن طريق القصبة الهوائية والمرىء والمعدة إلى أن تصل إلى الأمعاء مرة أخرى ، وهناك تنمو إلى ديدان بالغة .



شكل ١٧ - ١١ : الإسكارس . دورة الحياة في الخنزير (مقتبسة عن كوتز ورواسير ، مطبعة جامعة ولاية أوهايو ، ١٩٥١)

١٧ - ١٣ خيطيات أخرى

بعض الديدان المتطفلة لها أسنان قاطعة أو خطاطيف في الفم تقوم بوظيفة الإنصاق والتغذية ؛ وبعض الديدان التي تتطفل على جذور النباتات لها حربة مجوفة حادة تقوم بثقب الخلايا ، كما أن لها مرسى عضلي يمتص عصارات الخلايا . يحمل الجليد في العديد من الأنواع حر المعيشة أهدابا أو أشواكا أو قشورا تساعد الحيوان في الزحف في التربة . بعض الخيطيات المفترسة له فم كبير مزود بأسنان .

الخيطيات حرة المعيشة تعيش في العديد من البيئات المائية ، فتوجد في التربة الرطبة ، وفي الشواطئ الرملية للمحيطات ، وفي المياه العذبة والراكدة والملحة ، وعلى شواطئ البحيرات والأنهار وفي القاع أيضا ، كما توجد في مرشحات الانشعاعات المائية ، وفي الناييع الحارة والبحار القطبية بين الثلوج . قد تحتوى الطبقة العليا من التربة الطينية (٣ بوصة أو ٧,٦ سم) على ثلاثة بلايين دودة محيطية . بعض خيطيات التربة تسبب أضرارا بالغة للمحاصيل النباتية ، البعض الآخر لا ضرر له ، كما أن هناك بعض الأنواع التي تفرس خيطيات أخرى نافعة . الخيطيات التي تتطفل على النباتات تعيش في أجزاء متباعدة من النبات ، إذ توجد في الجذور والبنور والتار والمواد الصمغية وأبط الأوراق وشقوق القلف والعقد .

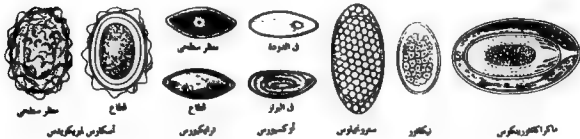
١٧ - ١٤ علاقة الخيطيات بالإنسان

كثير من الأنواع التي تعيش متطفلة على الإنسان وحيواناته الأليفة ونباتاته الزراعية ، ذات أهمية عملية كبرى ، فبعضها يسبب ضررا بسيطا أو لا ضرر له ، البعض الآخر قد يضعف القدرة الجسمانية والعقلية للإنسان وقد يؤدي ذلك إلى الوفاة في النهاية . ومدى التأثير الذي تحدثه هذه الخيطيات يتوقف على نوع الدودة وأعدادها الموجودة في جسم المائل بالإضافة إلى بعض العوامل

الأخرى . وهناك ما يزيد عن ٥٠ نوعاً من المخططات تسفل على الإنسان ، كما تسفل أنواع أخرى على حيوانات المزرعة والدواجن وجميع أنواع الفقاريات البرية والعديد من اللاقاريات المتنوعة . بصفة عامة ، يمكن للمخططات أن تغزو أى عضو في جسم الحيوان الفقارى ، كالمعدة والأمعاء الدقيقة والخليطة والرئة والمثانة والمضلات والدم الخ . لكل نوع من المخططات عائل معين أو أكثر ، ومن حين لآخر قد يغزو عوائل أخرى ؛ وهو عادة يعيش في عضو معين من جسم العائل . معظم المخططات المتطفلة لها بيض أو يرقات تعيش حرة في التربة أو الماء . قد يحدث أحياناً أن يحتوى العائل على عدد كبير جداً من الديدان ، على سبيل المثال ، قد يوجد في معدة الإنسان ما يعادل نصف لتر تقريباً من الديدان ، أو ٤٠,٠٠٠ دودة في كل ٥٠ رطل (٢٢,٧ كيلو جرام) من حيوان ثديى . يمكن الكشف عن الإصابة بديدان الأمعاء عن طريق الفحص المجهري للبيض في عينة من البراز ، وللمعظم أنواع الديدان بيض يميز من الحجم والشكل والتركيب (شكل ١٧ - ١٢) . يجب معالجة المصابين حتى يتخلصوا من المخططات ، وذلك باستخدام بعض العقاقير غير السامة للعائل ، والتي تجعل الدودة ترعى قبضتها من جدار الأمعاء وتخرج مع البراز إلى الخارج

١٧ - ١٥ مخططات الجنور (شكل ١٧ - ١٣) .

المخططات الشائعة في الحدائق (هيتوديرا راديسيكولا ، ه . مارويو) وجدت في أكثر من ١٠٠٠ صنف من النباتات ، وهي تحدث أضراراً في ٧٥ صنف من المحاصيل الزراعية وأشجار الفاكهة وأشجار الظل والشجيرات والأعشاب . تضع هذه الديدان المخططة البيض في جنور النباتات أو في التربة ، وعندما تخرج الصغار من البيض تخترق الجنور الصغيرة وتتغذى على أنسجتها . نتيجة لذلك تتكون إنتفاخات صغيرة في الجنور حول الديدان ، تعرف بالعقد الجلدية (شكل ١٧ - ١٤) . يتميز الذكر البالغ بحجمه الرفيع (طوله ١,٢ - ١,٥ م) أما الأنثى فلها جسم منتفخ (٠,٨ × ٠,٥ م) . تنتج الأنثى من ٥٠٠ إلى ١٠٠٠ بيضة . قد يحدث إخصاب ولكنه غير ضرورى . في التربة ، تستلزم دورة الحياة ثلاثة أشهر تقريباً عند ٥٨° ف (١٤,٤° م) ولكنها تم في أقل من شهر عند درجة حرارة ٨١° ف (٢٧,٢° م) ، ومن ثم كان

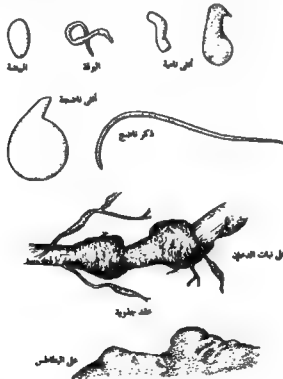


شكل ١٧ - ١٢ : البيض لحس أنواع من المخططات ونوع واحد من الأكافو سفلاً (ماكركوس ، نيكوس) . وجهها مكبرة بملوحة كبيرة (عن وارد ١٩٠٧)

من الممكن تواجد عدة أجيال في السنة في الولايات النافذة الجنوبية والغربية . يمكن للورقات أن تتحمل فترة جفاف وهي داخل العقد الجذرية ، كما يمكنها أن تعيش عند درجة الصفر المئوي (٣٢°ف) ولكنها تموت إذا تعرضت لدرجات حرارة أقل من ذلك . العقد الجذرية تسبب ضعف النبات وقد تؤدي إلى موته ، كما أن التربة المصابة بهذه الديدان لا تنتج عادة محاصيل جيدة . تنتقل الديدان إلى الأرض الجيدة عن طريق النباتات أو التربة أو السماد أو أدوات الزراعة أو مياه الري . وإذا ما إنتشرت هذه الديدان في التربة ، فإنه يصبح من الصعب القضاء عليها . وقد أمكن للمختصين بشعور الزراعه * سبب على هذه المشكلة ، وذلك بإنتاج سلالات غشيرة من النباتات الاقتصادية يمكنها مقاومة هذه الديدان الحيطية .

١٧ - ١٦ الديدان الحطافية

تنتشر الديدان الحطافية على شكل وباء بين مواطني المناطق الإستوائية وشبه الاستوائية ، وخاصة بين أفراد الطبقات الفقيرة الذين يسوون حفاة الأقدام ولا يستعملون مراحض صحية ؛ قد يصل معدل الإصابة بين هذه الطبقات إلى ٩٥٪ . العديد من سكان الولايات الأمريكية الجنوبية الشرقية



شكل ١٧ - ١٣ : الدودة الحيطية لعقدة الجذر (هيودورا) . الحبة والورقة والحويان البالغ جميعها مكبرة جدا . عقد الجذر التي تنتج من الديدان بالحجم الطبيعي قريبا . (عن تايلر ١٩٣٣) .

يعانون من الأمراض التي تسببها الديهان الخطافية ، كما تنتشر هذه الأمراض أيضا بين عمال المناجم والأنفاق . تعتبر الأنكلسوما ديوديهالي واليكاتورأمريكالس من أهم الديهان الخطافية الشائعة التي تصيب الإنسان ، والنوع الأخير ينتشر في الولايات المتحدة .

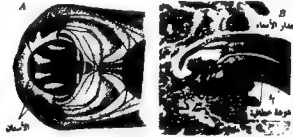
الدودة البالغة يتراوح طولها بين ٨ و ١٣ م ، ويوجد بالفم أسنان حادة قاططة (شكل ١٧ - ١٥) . تلتصق الدودة بجدار الأمعاء الدقيقة وتمتص الدم والليف وقطعا من الفشاء المخاطي بواسطة بلعومها الماص . وبما يسهل عملية التغذية ، أن الدودة تفرز مادة تمنع تجلط دم المائل . قد تمتص الدودة كمية من الدم أكبر مما يحضه ، والجرح الذي تحدثه قد ينزف بغزارة مما يؤدي إلى إصابة المائل بالإنيميا .

يتم تزواج الديهان الخطافية داخل أمعاء المائل ، وتضع الأنثى عدة آلاف من البيض المخضب يوميا . يخرج البيض مع البراز ، وعند نزوله في الأماكن الدافئة الرطبة الظليلة فإنه يفسد خلال ٢٤ - ٤٨ ساعة ؛ تغذى اليرقات على المواد العضوية المتحللة . تصبح اليرقة معدية للإنسان عندما يصل طولها إلى ٠,٥ م ، تحترق اليرقة جلد المائل اللين على جانبي القدم وتسبب ما يعرف به « حكة الأرض » . تسير اليرقات في الأوعية الدموية والليمفية إلى القلب ومنه إلى الرئتين ، وهناك تحترق الشعيرات الدموية وتنقل إلى التجاويف الهوائية ، ثم تمر في القصبة الهوائية ومنها إلى المريء فالأمعاء . تصبح الدودة ناضجة ، وقد تعيش في الأمعاء لمدة شهور أو سنوات . عند تعرض الإنسان لعدوى متكررة ، فإن ذلك يؤدي إلى تثبيت أقسام الدودة في جسم المائل .

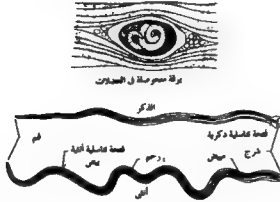
قد يوجد بجسم الطفل مائة دودة خطافية أو أكثر ، ويعرض هذا الطفل للإصابة بتأخر جسماني وعقلي ، وبصفة عامة فإن المصابين من جميع الأعمار يعانون من الأنيميا ومن ضعف عام ، كما أنهم يكونون أكثر تعرضا للإصابة بأمراض أخرى . ويمكن علاج المرضى طويا للتخلص من هذه الطفيليات ، كما يمكن منع إنتشار العدوى وذلك بلارتداء الأحذية والتميز في مراحيض صحية . تعيش بعض الديهان الخطافية في الحيوانات المستأنسة والبرية :



شكل ١٧ - ١٤ : جنور نبات فول يما . إلى اليسار ، عقد ناتجة من الإصابة بحبيطات جنسية . إلى اليمين ، سلالة لديها مقاومة ، لا توجد بها أصابة - وهي من مكاسب الأبحاث التطبيقية (الصورة عن ر . م . آلارد)



شكل ١٧ - ١٥ : الديدان الخطافية . (أ) منظر أمامي للقم في الإنكسوما ديودينالي بين الأسنان . (ب) الإنكسوما كاليوم متعلقة بجدار الأمعاء في الكلب . كلا الشكلين مكبران . (عن ستايل ، ولويس ١) .



شكل ١٧ - ١٦ : دودة التريخينا ، تريكيلا سيورالس . مكورة . لأسفل الديدان البالغة .

١٧ - ١٧ . دودة التريخينا

تريكيلا سيورالس . تعيش كيرقة دقيقة متحوصة في العضلات المخططة للخنزير والفأر المنزل والإنسان (شكل ١٧ - ١٦) ، كما توجد أيضا في القطط والكلاب والديبة السوداء . تنتقل العدوى من عائل لآخر ، وذلك عندما يأكل عائل لحماً مصاباً بهذه اليرقات . تنوب الحويصلات بفعل المصبرات الماخضة للعائل وتنطلق اليرقات في أمعاء العائل الجديد . وفي خلال يومين تصبح هذه اليرقات ديداناً ناضجة جنسياً . تتراوح هذه الديدان ، طول الذكر حوالي ١,٥ م وطول الأنثى ٣ - ٤ م . تحفر الأنثى في جدار الأمعاء ، وتبقى هناك لفترة ؛ تنتج الأنثى الواحدة حوالي ١٥٠٠ يرقة ويبلغ طول الواحدة ٠,١ م تقريبا . تشق هذه اليرقات طريقها إلى العضلات الهيكلية . تنمو اليرقة هناك إلى أن يصل طولها إلى ١ م ، ثم تتنزل على نفسها ، وبعد ذلك تحيط نفسها بحويصلة ، قد تتكلس الحويصلة فيما بعد . لا تتحول اليرقة إلى دودة بالغة إلا إذا أكل عائل ثديي آخر اللحم الذي توجد فيه . في الإنسان قد تبقى هذه اليرقات حية داخل الحويصلات لسنين طويلة .

لا تسبب الإصابات البسيطة أية أعراض مرضية ، وحوالي ١٦٪ من مواطني الولايات المتحدة مصابون ببعض التريخينا المتحوصة . الأصابات الشديدة تسبب مرض التريخينا ، وقد يكون شديد الوطأة ويؤدي إلى الموت في النهاية . لا يوجد علاج خاص لهذا المرض ، والشفاء منه يتم ببطء . تصاب الخنازير والفئران بالعدوى عندما تأكل نفايات السلخانات أو الزبالة أو جيف الحيوانات التي توجد بها اليرقات المتحوصة . تنتقل العدوى للإنسان عندما يأكل لحم خنزير (وأحيانا لحم دب) مصاب بالحويصلات المجهرية . الكشف على لحم الخنازير في السلخانات يكون غير عملي من الناحية الاقتصادية ، والطريقة الوحيدة للوقاية من المرض هي أن يطبخ لحم الخنزير جيداً عند درجة ٥١٣٧° ف (٥٥٨ م) . اللون الوردي للحم يدل على أنه غير جيد الطهي . سيق السلامي أو لحم الهيدشيز من الخنزير قد يصبح مصدرًا للخطر إذا لم يتم طبخه جيداً . طريقة التبريد عند - ١٠° ف (- ٢٣° م) لمدة ثلاثة أيام تقتل جميع اليرقات عادة .

مراجعة

- ١ - أذكر أوجه الاختلاف المميزة بين دودة مفلطحة وحيوان من اللافقاريات .
- ٢ كيف تقوم البلاتاريا بوظيفة التغذية والتنفس والإخراج ؟
- ٣ قارن بين أوجه الشبه والاختلاف من الناحية التركيبية بين البلاتاريا ودودة الترغياتودا .
- ٤ ما هي أهم المواضع الممكنة في دورة حياة دودة الكبد التي يمكن منها السيطرة عليها ؟
- ٥ - ما هي أوجه الاختلاف بين دودة شريطية وبلاتاريا من ناحية طريقة التغذية والتكاثر ؟
- ٦ ماهي المزايا والمضار التي تعود على الدودة الشريطية من كونها تعيش بالتبادل في عائلتين مختلفتين ؟
- ٧ أذكر بعض الصفات التي تميز بين الديدان المستديرة والديدان المفلطحة .
- ٨ ما هي القناة الهضمية الكاملة ؟ هل تتميز بميزة عن القناة غير الكاملة ؟
- ٩ ما هي أوجه التشابه بين الجهاز التناسلي الذكري والجهاز التناسلي الأنثوي للأسكارس ، وما هي أوجه الاختلاف بينهما من ناحية التركيب والوظيفة ؟
- ١٠ أذكر بعض الخيوط ذات القيمة الاقتصادية ، ثم حدد كيف تؤثر كل منها على حياة الإنسان .
- ١١ ما هي طرق الوقاية من مرض الترغياتودا ؟ ومرض الدودة الخطافية ؟

الفصل الثامن عشر

الجلد شوكلات ومجموعات متنوعة شعبة الجلد شوكلات (نجوم البحر وحليقاتها)

الجلد شوكلات تعتبر من الحيوانات المألوفة الواسعة الإنتشار في شواطئ البحار ، ومن السهل التعرف عليها من صفاتها الخارجية (شكل ١٨ - ١) . نجم البحر له أذرع يتراوح عددها من ٥ إلى ٥٠ ذراعاً وهي متصلة بقرص مركزي (شكل ١٨ - ١) . نجم البحر المش له خمسة أذرع مفصلية مرنة رفيعة تنشأ من قرص مركزي صغير . قفد البحر له شكل نصف كروي كما أن له صدفة صلبة تحمل أشواكاً طويلة متحركة ، دولار الرمل وبسكويت البحر تكون على شكل أقراص مفلطحة صلبة . زنايق البحر تشبه الزهور ، لها جسم كأسى الشكل يحمل خمسة أذرع رفيعة متفرعة . خيار البحر له جسم رخو يشبه السحق . العديد من حيوانات هذه الشعبة ذو تماثل شعاعي ، وجميعها حرة المعيشة ولكنها بطيئة الحركة . توجد هذه الحيوانات بكثرة ولكنها لا تكون مستعمرات . الجلد شوكلات جميعها بحرية ، وتنتشر من مناطق المد والجزر إلى الأعماق البهجة - قد تتجولز ٣٠,٠٠٠ قدم (٩٠٠٠ متر) .

١٨ - ١ الخصائص

- ١ - حيوانات ذات تماثل شعاعي ، محاسية التماثل عادة ؛ أو ذات تماثل جانبي ؛ لا يوجد رأس أو تعقيل ؛ العديد منها له أقدام أنبوبية تساعد في الحركة وإقتناص الغذاء والتفسي .
- ٢ - الجسم مغلف ببشرة رخوة تحيط بهيكل صلب (ميزودرمي) ، يتركب من صفائح جيرية ثابتة أو قابلة للحركة وأشواك (في خيار البحر يكون الجلد رخواً والصفائح جيرية) .
- ٣ - القناة الهضمية بسيطة (لا يوجد شرح في نجم البحر المش) ؛ تحييف الجسم مهذب (سيلوم) ، وهو واسع عادة ويمتلئ بسائل به خلايا سائبة (خلايا أميبة) ؛ التنفس يتم بواسطة خياشيم دقيقة (حلقات جلدية) تبرز من تحييف الجسم ، أو الأقدام الأنبوبية ، أو الشجرة التنفسية

(في خيل البحر) .

٤ - الجنسان منفصلان ، ولكنهما يتشابهان خلوجياً ؛ المناصل كبيرة والقنوات التناسلية بسيطة ، البيض بأعداد كبيرة ، يتم الإخصاب عادة في البحر ؛ البوقات ذات غمائل جانبي وهي دقيقة ومهدبة ، تسبح بحرية في الماء ، وتتم برأجل غمور معقدة .

الجلد شوكلات كانت في وقت ما مرتبطة باللاسعات وكانت تضمهما مجموعة الشعاعيات ، نظراً لأن لهما غمائل شعاعياً ؛ ولكن الجلد شوكلات الآن وضعت في مرتبة أعلى بين اللاقناريات . الجلد شوكلات مع الحيليات يكونان الشبعتين الرئيسيتين لتحت قسم ثانويات الفم . من الواضح أن هناك بعض الصفات المشتركة التي تجمع بين الجلد شوكلات والحيليات مثل : (١) وجود هيكل ميزودرمي داخلي وليس خلوجياً كما في بعض اللاقناريات الأخرى ؛ (٢) يتكون الميزودرم في الجنين من إنعاج للخارج من الملى الأولى ؛ (٣) يتكون الشرج من فتحة الجاسترولة الجنينية ؛ (٤) ينشأ الفم من إنعاج إكودرمي داخلي وليس من فتحة الجاسترولة . من المعتقد أن الجلد شوكلات قد إرندت أصلاً عن نوع كان أكثر رقيقاً ونشاطاً ، حيث أن البوقات جانبية الغمائل وحررة الحركة ، في حين أن الحيوانات البالغة شعاعية الغمائل ومستقرة . الغمائل الشعاعية وعدم وجود رأس يمكن الحيوان المستقر من إستقبال المؤثرات من جميع الجهات بشكل متعادل . نشأت الجلد شوكلات كمجموعة من أصل قديم . وقد تركت هيكل الجلد شوكلات الجبرية سجلًا حفرياً وافيًا ولفترة طويلة منذ العصر الكامبري حتى الآن .

يبلغ قطر أصغر الجلد شوكلات حجماً $\frac{1}{2}$ بوصة (١,٣ سم) ، في حين أن أكبر نجم بحر (ييكنوبوديا) يصل إلى ٣٢ بوصة (٨١ سم) ، وضخم قنفذ بحر له صدفه قطرها ١٢ بوصة (٣٠ سم) ، وأطول خيار بحر يبلغ طوله ٦ قدم (١,٨ متر) وقطره ٢ بوصة (٥ سم) .

طائفة النجميات (نجوم البحر)

١٨ - ٢ التركيب .

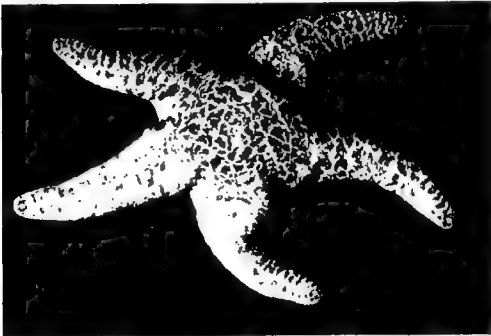
يتكون جسم نجم البحر الشائع (أسترياس) من خمسة أذرع مديبة متصلة بقرص مركزي (أشكال ١٨ - ٢ ، ١٨ - ٣) . يوجد على السطح العلوي اللاصق أشواك عديدة غير حادة صلبة وقصيرة ، تنشأ كبروزات من الهيكل الداخلي ، كما توجد أيضاً خياشيم (غياشيم جلدية) عديدة دقيقة رخوة تبرز من تحييف الجسم . يوجد حول الأشواك وفي كل مكان تقريباً ملاقط دقيقة ، يزود الملقط بفكين ينطبقان بشدة عند لمسهما . تعمل الملاقط على إبعاد الغلايات عن سطح الجسم ، كما تساعد في إقتناص الغذاء . يوجد بالقرب من مركز السطح اللاصق فتحة صغيرة جداً هي فتحة الشرج كما توجد بالقرب منها صفيحة جيرية مستديرة تعرف بالمصفاة . يقع الفم عند مركز السطح السفلي أو القمي ؛ يمتد من الفم في كل ذراع ميزاب للمشى ، تبرز على حافته أشواك كبيرة ، كما يوجد به العديد من الأقدام الأنبوية مرتبة في أربعة صفوف (أو صفين) . يعمل طرف

الخارجى . بذلك تعمل القدم الأنبوية كأنبوبة ماصة . قد تعمل كل قدم أنبوبية مستقلة عن الأخرى ، وقد تعملون جميعها وتؤدي عملها بطريقة منسقة . الأقدام الأنبوية تساعد الحيوان على الالتصاق بالصخور أو القاع ، وعلى الحركة ، وفي إلتصاص الغذاء وتقلوله .

يتكون الجهاز الهضمى من (١) الفم ؛ (٢) الملعقة ، وتركب من جزئين ، جزء سفلى كبير (فؤادى) له جدران عضلية متفصنه رفيعة ، وقسم صغير (بواى) متصل بقنوات لها شكل - ممثلة من خمسة أزواج من غدد هضمية (أعوار كبدية) توجد فى الأذرع ؛ (٣) أمعاء قصيرة جدا ؛ (٤) الشرج . الجهازان الدورى والعصبى مختزلان ويصعب رؤيتهما . الجنسان منفصلان . يوجد بكل ذراع منسلان يتصلان بقناة صغيرة تفتح للخارج على القرص المركزى .

١٨ - ٣ التاريخ الطبيعى

يعيش نجم البحر ملتصقا بمرتكز صلب نقى . يمكن للحيوان أن يأتوى فى شق بين الصخور ، كما يمكنه أن ينثى ببطء عند الحركة . يلتصق الحيوان بأى نوع من الأسطح مستخدما أقدامه الأنبوية . تم الحركة كالآتى : أحد الأذرع المتجه لهدف معين يرتفع قليلا عن المرتكز ، تمتد بعد ذلك أقدامه الأنبوية السفلية للأمام بمقدار بوصة تقريبا ثم تلتصق بسطح جديد . تنقبض الأقدام الأنبوية وبذلك تسحب الجسم كله للأمام . يمكن لنجم البحر أن يتحرك فى أى اتجاه ، وبمجرد أن يبدأ فى التحرك ، فإنه يعمل على تنسيق حركات الأذرع والأقدام الأنبوية . إذا إنقلب الحيوان وأصبح سطحه القمى

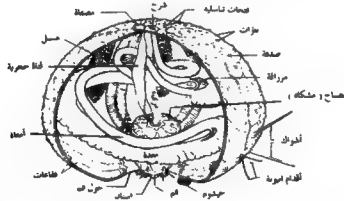


شكل ١٨ ٢ : نجم البحر (ياستر) / إهداء من جارى ماكغونالد ،

سابقاً أن نجم البحر له القدرة على فتح صدفة انخار وذلك بجذب مصراعى الصدفة جانباً ، ثم يدفع بمعدته لتحيط بالأجزاء الرخوة الداخلية . ينت التحارب الحديثة أن قوة الجذب ليست بالدرجة الكافية لهذا العمل . يمكن لنجم البحر أن يتلع عمار صغير بأكمله . في أحد أحواض التربية . استطاع نجم بحر عمره شهر واحد فقط أن يلتهم أكثر من ٥٠ عمار صغير في خلال سنة أيام ؛ مع ذلك يمكن لنجم البحر أن يعيش بدون غذاء لفترة طويلة . وقد تسببت نجوم البحر في خسائر فادحة لمراى المحار ، إذ أنها التهمت أعداداً كبيرة منها .

١٨ - ٤ التكاثر

يُطلق البيض والحيوانات المنوية بأعداد كبيرة إلى ماء البحر ، حيث يتم الإخصاب ؛ التكوين هنا سريع (شكل ١٨ - ٥) . في طور الجاستروله ، تتحول فتحة الجاستروله إلى شرج . يشأ السيلوم بالتدريج من المعى القديم ؛ الغم يتكون فيما بعد من إضماد بالإكتودرم - هذا التكوين يشبه التكوين الجنينى للمحليات . تتكون يرقة مهدبة تسبح بحرية في الماء ، ثم يظهر لها ثلاثة أزواج من الفصوص (طور البيبناريا) ، تستطيل هذه الفصوص فيما بعد ، عندما يصل طول اليرقة إلى ٢ - ٣ مم (طور البراكيولاريا) . بعد ٦ أو ٧ أسابيع تستقر اليرقة في القاع ، ثم تمر بتحورات معقدة تؤدي في النهاية إلى تكون نجم بحر صغير . تنتج أنثى نجم البحر الدموى (هيريسيا) عدداً قليلاً من البيض الغنى بالملح ، وتحفظ به أسفل جسمها ، لها أطوار يرقية مختزلة ، وتخرج الصغار على شكل حيوانات بالغة دقيقة . لنجم البحر قدرة فائقة على تجديد الأذرع عند فقدانها .



شكل ١٨ - ٦ : قفص البحر . التركيب العام . معظم الأشواك والملاحظ والأقدام الأنبوية مخدوفة .

جلد شوكلات أخرى

١٨ - ٥ طائفة التبعانيات (نجوم البحر الهشة)

تميز الجلد شوكلات هذه بأن لها قرصاً مركزياً مستديراً صغيراً ومحطة أذرع طويلة ، رفيعة ، مرنة وهشة . تظهر بكل ذراع عقل عديدة متشابهة ، صلبة تقريبا ، ومزودة بمفاصل الحق والكرة

وبالمضلات . الأقدام الأنبوية صغيرة وليس لها مصصات . توجد جميع أعضاء الهضم والتناسل داخل القرص ، لا يوجد شرج . نجمة البحر السلي له أذرع عديدة التفرع .

تحتوى نجوم البحر الثعبانية أثناء النهار تحت الصخور ، أو بين الأعشاب البحرية ، أو تدفن نفسها فى الرمل أو الطين ، ولكنها تنشط ليلاً . تتحرك هذه الحيوانات بحركات سريعة شبيهة بحركة الثعبان ، وهى تقبض على الأشياء بذراع واحدة أو أكثر ، أما بقية الأذرع فتستخدمها فى دفع جسمها للأمام . وهذه الحيوانات القادرة على السباحة الحرة بواسطة الأذرع ، تماماً كما يفعل الإنسان . تتخذى نجوم البحر الثعبانية على القشريات والرخويات الصغيرة والمواد العضوية المتحللة . الجنسان منفصلان عادة فى هذه الحيوانات ، وهى تطلق البيض والحيوانات المنوية إلى ماء البحر ؛ تتكون يرقة البلوتوس ولها أذرع طويلة . يحدث تحول بعد ذلك كما فى نجم البحر . تتكسر أذرع نجوم البحر الهشة أو تنفصل بسهولة ، فى بعض الأنواع قد يُفقد معظم القرص المركزى ، ولكن يمكن للحيوان أن يجدد هذه الأجزاء المفقودة بسهولة .

١٨ - ٦ طائفة القنفذيات

(قنفاذ البحر ، دولارات الرمل ، والقنفاذ القلبية) . تتميز حيوانات هذه الطائفة بأن لها جسماً مستديراً مغلفاً بصدفة رقيقة أو صندوق يتركب من صفائح متلاصقة بإحكام ؛ لا توجد أذرع ، ولكن يغطى الصندوق بأشواك كثيفة متحركة . قنفاذ البحر لها شكل نصف كروى ، لكن القنفاذ القلبية يضيء الشكل ، ودولارات الرمل قرصية الشكل . توجد خمسة أزواج من الصفائح الخارجية ، وهى مثقوبة ، تمر منها صفوف من الأقدام الأنبوية التى تبرز بين الأشواك . لكل شوكة قاعدة كأسية الشكل ترتكز على تنوء مستدير على الصدفة ، يمكن للأشواك أن تتحرك بواسطة ألياف عضلية خاصة . يوجد بين الأشواك ملاقط ثلاثية الفكوك لها سيقان طويلة . القناة الهضمية طويلة وملتوية (شكل ١٨ - ٦) . على الفم مرئى رفيع يؤدى إلى معدة متسعة لها جيوب كيسية الشكل ، الأمعاء ضيقة وتتصل بمستقيم ينتهى بالشرج الذى يفتح على السطح اللافى . تمتد زقاق أنبوية رفيعة من المرئى إلى الأمعاء ، مبطنة بأهداب قوية ، وتعمل على نقل الماء إلى الأمعاء مباشرة كما تساعد فى الهضم . تبرز حول الفم عشرة خياشيم . توجد المصفاة على السطح اللافى . تتكون يرقة البلوتوس أثناء دورة الحياة . لقنفاذ البحر قدرة محدودة على تجديد الأجزاء المفقودة . تعيش قنفاذ البحر عند الشواطئ فى المناطق الصخرية والطينية ، وتستخدم الأشواك والأقدام الأنبوية فى الحركة ؛ هناك بعض الأنواع التى تحفر لها حفراً سطحية لتعيش فيها . تعيش دولارات الرمل فى المناطق الرملية ، وتتحرك فوق الرمل أو خلاله مستخدمة فى ذلك الأشواك القصيرة والأقدام الأنبوية . تتخذى بعض أنواع قنفاذ البحر أساساً على المواد الحيوانية الميتة ، وقد تبتلع الرمل أو الطين وتستخلص منه المواد العضوية . تعتبر الأسماك ونجوم البحر وآكلات اللحوم البحرية من أكبر أعداء قنفاذ البحر . يأكل الإنسان مناسل قنفاذ البحر فى بعض المناطق .

١٨ - ٧ طائفة الخيارات،

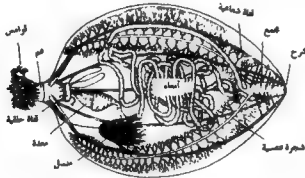
(غيار البحر)

تضم هذه الطائفة حيوانات ذات أجسام رخوة ، ولها جلد رخو به صفائح جيرية دقيقة . الجسم يشبه السجق ، ويقع القم في مقدمة الجسم محاطاً بلوامس قابلة للإرتداد يتراوح عددها من ١٠ إلى ٣٠ لامة ، ويمكن مقلرتها بالأقدام الأنبوية القسية للجلد شوكلات الأخرى (أشكال ١٨ - ٧ ، ١٨ - ٨) . والحيوان النموذجي يوجد به خمس سلاسل من الأقدام الأنبوية تمتد بطول الجسم ، إثنين منها ظهرية ولها وظيفة حسية وتنفسية ، والثلاث الأخرى بطنية وتستخدم في الحركة . يتركب جدار الجسم من جلبد وبشرة وطبقة من العضلات الدائرية ، بالإضافة إلى حمسة شرائط مزدوجة من عضلات قوية تحرى طوليا . إنقباض العضلات يؤثر على الجسم المملوء بالسائل ، ويؤدى ذلك إلى استطالة الحيوان وقصره أو إلى إحداث الحركات الدودية . القناة الهضمية غمقة ملتفة ، وتتعلق في السيلوم بواسطة مساريقا . تقع فتحة الشرج في الطرف الخلفى للجسم وهى مسبوقة بمجمع عضلى ، قد تتصل به شجرتان تنفسيان مجوفتان ومنفرعتان . يعمل المجمع كمضخة ، إذ يدفع بماء البحر إلى داخل أنابيب الشجرتين التنفسيين ، ثم يخرج الماء بعد ذلك ، وهذه العملية تساعد في التنفس والإخراج . يشتمل الجهاز الوعائى المائى على قناة حلقة حول المريء تمتد منها قنوات إلى الأقدام الأنبوية ، بالإضافة إلى مصفاة داخلية . الجنسان منفصلان في هذه الحيوانات ، المنسل يشبه الفرشاه وتتصل به أنبوية واحدة تفتح في منتصف السطح الظهرى خلف اللوامس .



شكل ١٨ - ٧ : غيار البحر (يوتاكنا) . (مهلة من جارى ماكولنالذ) .

الخياريات حيوانات بحرية ، وهى ترقد على القاع ، قد تلتصق بالصخور أو تحفر فى الرمل أو اعطين تاركة طرف الجسم معرضين ، ولكنها تسمحهما بسرعة عندما تحس بالخطر . يتغذى خيار البحر على المواد العضوية التى توجد فى الطين ، أو على بعض الكائنات الصغيرة التى يقتصها بواسطة اللوامس . ينتقل خيار البحر من مكان لآخر بواسطة الأقدام الأنبوية ، إن وجدت ، أو بواسطة الحركات العضلية للجسم ، أو بكلى الطريقتين . بعض أنواع خيار البحر عندما تثار ، فإنها تطلق مجموعة من الأنابيب اللزجة (أعضاء كوفير) من المجمع لتعرقل تقدم العدو . فى الشرق ، تُجمع بعض أنواع خيار البحر وتحفظ وتعرف بالتريانج وتستخدم فى عمل الحساء .



شكل ١٨ - ٨ خيار البحر (ثيون) . التركيب الداخلى ، جدار الجسم مقطوع طوليا ومفروح (عن كور ١٩٣٢) .

١٨ - ٨ طائفة الزنبقيات (زنايق البحر وريش البحر النجمي)

هذه الجلد شوحيات تشبه الزهور ، لها كأس مركزي يتركب من صفائح جيرية ، وحمة أذرع مرنة تنفرع عند حافة الكأس مكونة عشرة أفرع أو أكثر ، وهذه الأفرع رفيعة لها بروزات جانبية . تحمل الكأس ذؤابات يستعملها الحيوان فى الالتصاق المؤقت بالمرتكز ، وذلك فى حالة الزنبقيات حرة المعيشة ؛ أما فى الأنواع الأخرى فإن الكأس يكون محمولا على ساق طويلة معلقة لها قاعدة جذرية الشكل مستديرة تستعمل فى الإلتصاق بقاع البحر (شكل ١٨ - ٩) . القم والشرح يقعان معاً على السطح العلوى (القمى) للكأس . تتغذى الزنبقيات على الكائنات الدقيقة والمواد العضوية المتحللة ؛ ويتم جمع الغذاء بواسطة الأقدام الأنبوية على السطح العلوى للأذرع ، ثم يدفع تجاه القم بواسطة حركة الأهداب . بعض الزنبقيات يطلق البيض فى البحر ، البعض الآخر يحفظ بالبيض فى الأذرع إلى أن يفقس وتخرج اليرقات . الحيوانات البالغة لها قدرة فائقة على التجدد . جميع الزنبقيات تعيش مثبتة فى الطور بعد اليرق ، ولكن معظم الأنواع الحية تكون غير مثبتة فى الأطوار البالغة ،

ويمكنها السباحة مستخدمة الأذرع . تعيش الأنواع التي لها سيقان في جماعات وتكون غالبا حقائق زاهية الألوان في المياه العميقة .

شعب ومجموعات متنوعة

بالإضافة إلى الشعب والطوائف الرئيسية الموصوفة في الفصول الأخرى ، فهناك بعض المجموعات الإضافية المتنوعة من الحيوانات عديدة الخلايا . جميع هذه المجموعات تقريبا تعيش في الماء ، سواء المالح أو العذب ، البعض منها حيوانات شائعة ، والبعض الآخر نادرة . وسوف نصف فيما يلي بعض هذه المجموعات ، أما البقية فستلوف في قائمة هنا ، وقد سبق شرحها باختصار في البنية عن البروتستا وعالم الحيوان (فصل ١٤) . الشعب التي لن تناقش هنا تتضمن الميزوزوا ، الإنتروبكتا ، الجستروتريشا ، الكيورينكا ، الفورفونيدا ، السيبيكولا ، البرايوبوليديا ، اليوجونوفورا والإكيورا^(١) .

بعض هذه المجموعات لا يزال وضعها التصنيفي غير واضح ، ذلك لأنها تتباين بدرجة كبيرة في التركيب ، القليل منها ممثل بحفريات .

١٨ - ٩ . شعبة حاملات الأمشاط

(أشكال ١٨ - ١٠ ، ١٨ - ١١) . تضم هذه الشعبة حوالي ٩٠ نوعاً من الحيوانات البحرية الصغيرة ، تتميز بجسم هلامي شفاف مزود بثمانية صفوف من الصفائح المشطية التي تساعد إلى حد ما في الحركة . هذه الحيوانات الهلامية المشطية التي تعرف باسم « جوز البحر » تشبه اللامعات في الآتي : (١) القاتل شعاعى جانبي (٢) وجود محور جسمى قمى - لا قمى ؛ (٣) وجود تجويف وعائى معدى متفرع ؛ (٤) وجود ميزوجليا . تختلف حاملات الأمشاط عن اللامعات في الآتي (١) وجود ثمانية صفوف من الصفائح المشطية ؛ (٢) وجود عضلات ميزودمية أو ميزنكيمية ؛ (٣) وجود منطقة حسية لا قمية ؛ (٤) عدم وجود حويصلات لاسعة ، ولكن توجد خلايا لاصقة تستخدم في إقتناص الفريسة ؛ (٥) وجود فتحات شرجية ؛ (٦) عدم وجود تبادل أجيال بين الطورين البوليبي والميلدوس .

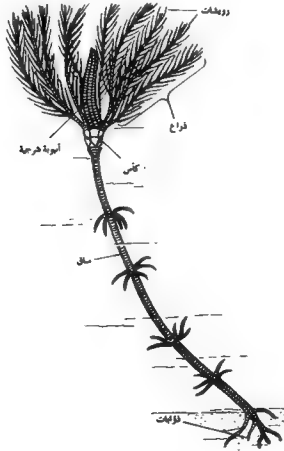
الحيوان حامل الأمشاط النموذجي له فم وعضو حسي عند طرفي الجسم المتقابلين ، وبذلك يشتان محور الجسم . توجد الصفائح المشطية الثمانية على مسافات متساوية وتمتد طوليا من قطب لآخر ، تحمل كل منها مجاديف أو أمشاطاً صغيرة من الأهداب الملتحمة . عندما تضرب هذه الأمشاط في ماء ، فإنها تدفع بالحيوان للأمام من ناحية الطرف القمى . يبرز بالقرب من الطرف اللاقمى

(١) يمكن الحصول على مطويات عن هذه المجموعات من كتاب « الحيوان العام » للمؤلفين سكور ، أوسنجر ، سجنز ، وباليين ، الطبعة المنقحة السابعة . كتاب ماكجروهيل ، ١٩٧٢ .

لا مستان عضليتان مرتتان ؛ تحمل الامستان خلايا لاصقة تستخدم في الإيقاع بالحيوانات الصغير التي تدفع بعد ذلك إلى الفم . يوجد جهاز هضمي يقوم بهضم الطعام وتوزيعه في الجسم ، ويتركب من بلعوم ومعدة وغدد هضمية ؛ توجد أيضا فتحات إخراجية . بقايا الغذاء غير المهضومة تطرد للخارج عن طريق الفم أو الفتحات الإخراجية . يتكون الغذاء من رخويات صغيرة ، بركات قشرية ، بيض أسماك ، وأسماك صغيرة .

يستخدم عضو الحس في توجيه الحيوان ، كما يعمل على تسيق ضربات الصفائح المشطية ، ويتركب من أربع خصلات من الأهداب التي تدعم حصة توازن مستديرة صغيرة مكونة من مادة جيرية .

تعتبر حاملات الأمشاط حيوانات أحادية المسكن ، وينتج البيض والحيوانات المنوية من البطانة الإندودرمية للقنوات الهضمية أسفل الصفائح المشطية . تنطلق الخلايا التناسلية الناضجة إلى الخارج عن طريق الفم ، ويتم الإخصاب في الماء . يظهر عادة طور يرق في دورة الحياة .



شكل ١٨ - ٩ زنقة بحر بسيطة مبنية

١٨ - ١٠ شعبة الثورنيا

(ديلان شريطية ، شكل ١٨ - ١٢) . هذه الحيوانات نحيفة غير مقنلة ، لها أجسام مفلطحة رخوة ، لا يتعدى طولها بضع بوصات ؛ تتميز بقدرتها على الإستطالة والإنقباض . المنهد من الثورنيات لها ألوان زاهية تتفاوت مع الأحمر إلى الأخضر أو الأصفر ، الجسم قد يكون مخططاً تعيش معظم هذه الحيوانات تحت الأحجار أو بين الطحالب أو في جحور عند شواطئ البحر ، ولكن البعض منها يعيش في عرض البحر وعلى أعماق بعيدة ، هناك أنواع قليلة توجد في المياه العذبة . تتغذى الثورنيات على حيوانات أخرى سواء حية أو ميتة . يوجد تحت الجلد الرخو عضلات دائرية وطولية . يحمل الطرف الأمامي خرطوماً مرناً له القدرة على الامتداد لمسافة بعيدة ، أو الارتداد داخل غرفة خاصة منفصلة عن القناة الهضمية . قد يستعمل الخرطوم في الدفاع والهجوم . تمتد القناة الهضمية المهذبة في الجسم كله . يوجد جهاز دوري به أوعية دموية تمتد طولياً ، وتوصل بينها أوعية عرضية . يحتوي الجهاز الدوري على دم عديم اللون ، أو متعدد الألوان . يُدفع الدم في الجهاز الدوري كنتيجة لحركات الجسم ، وبواسطة إنقباضات الأوعية الدموية الرئيسية . يتركب الجهاز الإخراجي عادة من قنوات جانبية متفرعة ، وزوج واحد فقط من النفريديات الأولية (مزودة بصلات هنية) . يتكون الجهاز المصبي من أربع عقد تحيط بالخرطوم وزوج من الجنوع العصية الجانبية يمتد بطول الجسم . الجنسان منفصلان عادة ، وتفتح المناسل المزودة للخارج مباشرة . الدينان البالغة يمكنها أن تنجى جسمها بسهولة ، وكل جزء يتجدد بعد ذلك مكوناً دودة كاملة .

١٨ - ١١ شعبة الدوارات (الروتيفرا)

هذه المجموعة من الحيوانات المجهرية عديدة الخلايا تعرف بالدوارات أو الحويينات العجيبة ، وتوجد بكثرة في البحيرات والجاري المائية والبرك والأحواض وغيرها من المياه العذبة . يحمل الجسم عند طرفه الأمامي مجموعة من الأهداب التي تتحرك حركة سريعة تجعلها تبدو وكأنها عجلة دوارة ، وتساعد هذه في حركة الحيوان . تتميز الدوارات عن جميع الحيوانات المائية الدقيقة الأخرى بوجود مثل هذه الأهداب ، بالإضافة إلى فكوك ماضغة في البلعوم والتي تظهر بوضوح داخل الجسم الشفاف .

يتركب جسم الحيوان الدوار النموذجي (شكل ١٨ - ١٢) من منطقة رأس ، وجذع ، وقدم خلفية نحيفة ذيلية الشكل مزودة بغدة أحمينية تساعد الحيوان على الإلتصاق المؤقت بالمتحرك . جدار الجسم رقيق مغطى بجليد شفاف . يوجد بمقدمة الجسم قرص قابل للإرتداد (تاج) يحمل أهداباً تتحرك حركة دائرية تساعد في حركة الحيوان ، وأيضاً تعمل على دفع الماء المحمل بالغذاء والأوكسجين إلى الفم . القناة الهضمية كاملة ومعظمها مهذب . تحوييف الجسم لاسيلومي ويمتلئ بسائل ؛ كما يحتوي على عضلات قليلة ، نفريديتين ، حويصلة نابضة ، غدة عصية ، ومبيض واحد تتصل به غدة محبة وقناة بيض . الذكور توجد في أنواع معينة فقط ، وهي أصغر حجماً من الإناث ، وبها خصية واحدة فقط .



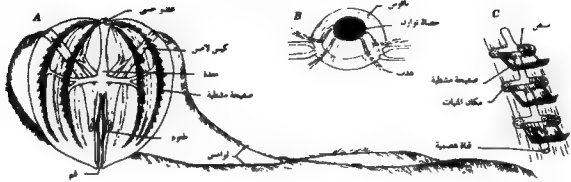
شكل ١٨ - ١٠ : من حاصلات الأنشطة (بلوريراكيا مهداه من جارى ماكسونالد) .

الدورات واسعة الانتشار ، بعض أنواعها لا تظهر إلا في أوقات معينة من السنة . معظم أنواع الدورات تعيش معيشة حرة ، وإفرادية ؛ وهي تكثر في المياه الغنية بالنباتات المائية . بعض الأنواع تعيش مثبتة ، أنواع قليلة تكافلية المعيشة أو متطفلة . تتغذى الدورات على الطحالب أو على عصارات النباتات المائية ، أو على كائنات دقيقة أخرى . والدورات بدورها تكون حلقة من سلسلة غذائية ، إذ تعتبر غذاء لحيوانات المياه العذبة الصغيرة الأخرى . تضع الإناث نوعين من البيض ، صيفي وشتوي ، في الفصول المختلفة (شكل ١٨ - ١٤) ؛ النوع الأول وهو الصيفي يكون له قشرة رقيقة ويسمى بكربياً (بدون إخصاب) ، أما النوع الثاني وهو الشتوي فإنه يكون الذكر إذا لم ينصب ، ولكن إذا تم إخصابه فإنه يكون إناثاً ، ويتبع ذلك جيل جنسي .

١٨ - ١٢ شعبة الثاماتومورفا

(ديدان شعر الخيل)

ديدان رفيعة يبلغ طولها بضع بوصات ، ولا يتعدى قطرها مليمترًا واحدًا أو مليمتران (شكل ١٨ - ١٥) . كان يعتقد قديماً أن هذه الديدان ما هي إلا شعر خيل دبت فيه الحياه في الماء . في الواقع ، تكون هذه الديدان مجموعة مميزة ؛ وأحياناً تُضم إلى الحيطيات ولكنها تغلف عنها في كون خمويف الحسم ميطناً ومثلثاً بالبرانشيما ، ولها أيضاً حبل عصبي واحد ومناسل وقنوات تناسلية منفصلة . لهذه الديدان حدار جسم قوي نسبياً ؛ القناه الهضمية تكون كاملة في الأطوار الصغيرة ،



شكل ١٨ - ١٩ : تركيب حيوان من حاملات الأمشاط . (أ) بلوبراكا . حيوان كامل ، (ب) عضو حسي . (عن هايمان ، اللافقاريات كتاب ماكجرو - هيل (ج) خلايا تاسلية في القنوات الهضمية تحت الصلحاح المشطية . (عن باوم في لانكستر . مقالة عن الحيوان . أ ، ج بلوك) .

ولكنها تصبح عديمة الفائدة في الأطوار البالغة . لا توجد أعضاء دورية أو تنفسية أو إخراجية . توجد حلقة عصبية حول المريء متصلة بحبل عصبى واحد عند الخط البطنى الوسطى . الجنس منفصلان في هذه الديدان ؛ يوجد بالدودة منسلان ، لكل منهما قناة تفتح في المجموع . تضع الأنثى أشرطة من البيض الدقيق ، بفقس البيض وتخرج منه يرقات تنقب أجسام حشرات مائية لتدخل فيها . قد تنتقل هذه اليرقات إلى الخنافس أو صراصير الفيظ أو النطاط . تنمو اليرقات إلى ديدان بالغة تترك جسم الحشرة عند سقوطها في الماء .

شعبة الرأس شوكلات (الأكاثوسيفلا) (الديدان شوكية الرأس)

وهي طفيليات ، تعيش كيرقات في مفصليات القدم ، وكمحيوانات بالغة في الفقاريات . يعمل الطرف الأمامى للجسم خرطوماً أسطوانياً مزوداً بصفوف من الأشواك الخطافية تساعد الحيوان على الالتصاق بأعضاء المائل (شكل ١٨ - ١٦) ، وفي العديد من الحالات يمكن للخرطوم الارتداد بسهولة إلى عمق خاص به . يتركب جدار الجسم من جلید وبشرة وعضلات دائرية وطولية . يتنلى تحوييف الجسم بسائل . لا توجد قناة هضمية سواء في اليرقة أو في الحيوان البالغ . يحصل الحيوان على غذائه بواسطة الإمتصاص عن طريق جدار الجسم مباشرة . لا توجد أعضاء دورية أو تنفسية ؛ يتم الإخراج عن طريق نفريدين . توجد بمقدمة الجسم عقدة عصبية . يحوى الذكر على خصيتين ، وتدفع الخصية بحيواناتها المنوية إلى كيس سفادى يقع في مؤخرة الجسم . لا يوجد بالأنثى مبيض مستديم ، يطلق البيض في تحوييف الجسم حيث يتم الإخصاب ، ثم يغطى البيض بأغشية ؛ يبدأ تكوين داخل الجسم ويستمر إلى طور جنينى متقدم يترك الجسم بعد ذلك . الأطوار اليرقية لبعض أنواع الرأس شوكلات تنطفل على القشريات ، أما الأطوار البالغة فإنها تنطفل على الفقاريات المائية ؛

الصدفة أحدهما ظهري والآخر بطني وليساً جانبيين كما في الرخويات . البراكايوبودا حيوانات قديمة جداً ، إذ توجد في قاع البحر منذ العصر الكامبري ، وأصنافها واسعة الانتشار وتكثر في الطبقات الصخرية ذات الأصل البحري ، وهي ذات أهمية في دراسة هذه الرواسب . جميع أنواع البراكايوبودا الحية تقطن البحر ، وتعيش معيشة إنفرادية ولا تكون مستعمرات ، كما أنها تكون مثبته في القاع ، ومعظمها يوجد في المياه الضحلة ، والقليل على أعماق بعيدة تصل إلى ١٨,٠٠٠ قدم (٥,٤٠٠ متر) . توجد في دورة حياة البرايوزوا والبراكيوبودا يرقة تروكوفور متحركة . حيوانات البراكايوبودا لها لوفوفور يشبه تراكيب مماثلة في الفورونيدا والبرايزوا .

حيوان البراكايوبودا النموذجي يتميز بجسم رخو يقع بين صمامين جريين قوين يشبهان المجرفة ، الصمام البطني أكبر حجماً وله بروز خلفي مقنوب يسمح بمرور الساق اللحمي أو العنق والذي يستعمله الحيوان في تثبيت نفسه في قاع البحر بصفة دائمة . يتركب جدار الجسم من بشرة خارجية ونسيج ضام قوي وبطانة سيلومية مهدبة مزودة بشيتين مزدوجتين غمدتان للأمام كقصين للرنس ، أحدهما ظهري والآخر بطني . يوجد بين فصي الرنس لوفوفور كبير له شكل حرف "W" ، يعمل عند حافته لوامس مهدبة طويلة . تحدث هذه اللوامس تياراً من الماء داخل تجويف الرنس يساعد في عملية التنفس ، أيضاً يعمل على دفع الكائنات الغذائية الدقيقة داخل ميزاب يؤدي إلى الفم . تتركب القناة الهضمية من بلعوم قصير ومعدة (بها غدد هضمية مزدوجة) وأمعاء . في الأنواع ذوات الركاكز تنتهي الأمعاء مسدودة ، أي لا يوجد شرج ، أما الأنواع عديدة الركاكز فلها قناة هضمية كاملة تنتهي بشرج . توجد ثلاثة أزواج من العضلات لفتح وغلق مصراعي الصدفة ، وزوجان آخران متصلان بالساق والصدفة ويسمحان بدوران الحيوان . السيلوم كبير مملوء بسائل ، وتوجد به الأعضاء الداخلية المتصلة بمساريقا . يمتد السيلوم في فصي الرنس واللوفوفور . هذه الحيوانات لها قلب صغير مقبض وأوعية دموية ، ولكن الجهاز الدوري هنا مفتوح . يقع على كل جانب من جانبي الأمعاء نفريدة واحدة أو نفريدتان للإخراج ، تزود النفريدة بفم نفريدي مهبط متصل بالسيلوم ويفتح في تجويف الرنس . تحيط بالبلعوم حلقة عصبية تمتد منها أعصاب للأعضاء المختلفة ، لا توجد أعضاء حس خاصة . الجنسان منفصلان ، ويوجد بالحيوان عادة أربعة مناسل تطلق الجاميتات في السيلوم ؛ تعمل النفريدات كقنوات تناسلية إذ تنقل البيض والحيوانات المنوية للخارج . ينمو البيض المنضب إلى يرقات تسبح في الماء لفترة ثم تستقر في القاع ، وتثبت نفسها بواسطة تركيب خاص يكون العنق فيما بعد .

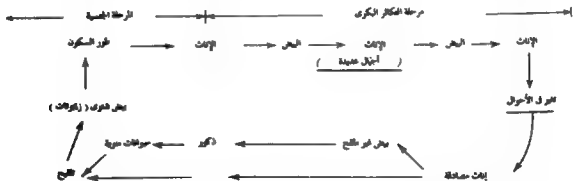
١٨ - ١٦ شعبة الفكشوكيات (الكيتوجانلا) (الديدان السهمية)

ديدان سهمية صفرة تشبه الطوريب ، يتراوح طولها من ٢٠ إلى ٧٠ سم . توجد هذه الديدان بكثرة ضمن البلاكتون في المحيطات ، وتعيش عادة على عمق ١٠٠ قدم (٣٠ متراً) وتهاجر عند الغسق والندرج إلى السطح عندما يكون الضوء ضعيفاً . تتغذى هذه الديدان على القشريات ويرقات

الأسمك وغيرها من الكائنات البحرية الدقيقة ، وتذيق في الماء كالسهم . الجسم غور مقفل في الفكشوكيات ، ولا تعمل البشة أهداباً ، وكذلك القناة الهضمية . تتميز الفكشوكيات بأن لها فملاً خلف الشرج ، ولا يوجد هنا النمل في أية شعبة حيوانية أخرى عدا الحيليت . وقد صفت الفكشوكيات ضمن الحيوانات ثائوية الفم ، وذلك بعد دراسة التكوين الجنيني فيها .

الوادة السهمية (صاجيتا ، شكل ١٨ - ١٩) لها جسم إسطواني يتركب من ثلاث مناطق ، رأس وجذع وقيل ، كما يوجد بالجسم زوجان من الزعانف الجانبية وزعنف ذيلية . يقع القم في منطقة الرأس ، وهو عبارة عن شق بعلى . يؤدى القم إلى بلعوم عضل ثم أمعاء مستقيمة رفيعة تنتهى بشرج عند نهاية الجذع . يوجد على جانبي القم فصائل يحملان خطافات منجلية الشكل عديدة ، أو أشواك كيتينية . تتحرك بواسطة عضلات خاصة ، وتستعمل في إلتناص الفناء . يتلغ الحيوان فرائسة كاملة . يتكون السيلوم من ثلاثة أزواج من التجاويف يفصل بينها مساريقا وسطية . يتضمن جدار الجسم بشرة تتركب من عدة طبقات من الخلايا مغطاة بتجليد رقيق وغشاء قاعدى . السيلوم غير مبطن . توجد أربعة أسرطة من المضلات الطولية ، إثنان منها ظهريه جانبية والآخران بطنية جانبية ، تستعمل هذه العضلات في الحركة . الجهاز العصبي يتركب من زوج من العقد الخفية على السطح الظهري للبلعوم ، وصلات عصبية حول البلعوم ، عدد من العقد الجانبية ، عقدة بطنية عند منتصف الجذع ، وأعصاب تمتد لثختلف أجزاء الجسم . يوجد على السطح الظهري للرأس عتبان وأنشطة مهدبة يُعتقد أنها عضو حسي كيميائى ، كما توجد أيضا حلمات لمسية على سطح الجسم .

الفكشوكيات حيوانات أحادية المسكن . يوجد بالسيلوم في منطقة الجذع مبيض سميك وقناة مبيض تفتح جانبياً عند نهاية الجذع . يحتوي كل سيلوم ذيل على خصية مصمتة ، تنطلق منها خلايا المنوية بواسطة القمع المهبط للأنبوبة المنوية التي تفتح جانبياً على الذيل . تتكاثر هذه الحيوانات معظم أوقات السنة ، الإخصاب داخلي . الصغار تشبه الحيوانات البالغة عند الفقس .

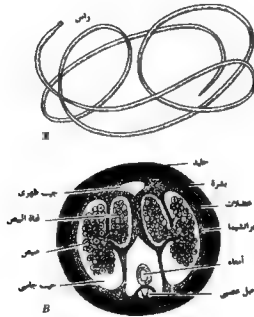


شكل ١٨ - ١٤ : رسم تخطيطي لدورة حياة الإيغاس (هيدانيا) وهو من الدورات

١٨ - ١٧ شعبة النصفحليات

(الديدان اللسانية)

تضم النصفحليات طائفتين هما الأثيروبنستا واليترويرانكيا . تتميز هذه الحيوانات بفتحات غشومية مزدوجة ، وتركيب صغير كان يُعتقد سابقاً أنه جبل ظهري ، ونسيج عصبي ظهري وبعطي .



شكل ١٨ - ١٥ : دودة شعر الحبل ، جورديوس (شعبة التاتومورفا) (أ) بالدودة كاملة (ب) قطاع عرضي في الأعلى ، مكبر . (عن كيلثال)

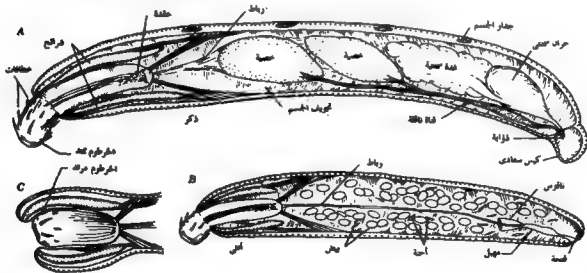
الديدان اللسانية ، ساركوجلووس وغوها (طائفة الأثيروبنستا) ، لها جسم نحيف يتراوح طوله من ٢٥ إلى ٢٥٠٠ مم (١ إلى ١٠٠ بوصة) . يعيش معظم هذه الديدان في المياه الضحلة ، القليل منها يتواجد على أعماق بعيدة قد تصل إلى ٢٥٠٠ قامة أو فathom (٤٦٠٠ متراً) . تحفر هذه الديدان قريبا من السطح بواسطة خرطوم رخو . تفرز بعض الغدد الجلدية مادة مخاطية لزجة تستخدم في بناء محفظة أنبوبية من الرمل وبقايا عضوية أخرى . يعيش الحيوان داخل هذه المحفظة . بعض الديدان اللسانية لها رائحة مميزة وغالبا ما تكون كريهة . يتكون الجسم من خرطوم وطوق وجذع طويل . يوجد خلف الطوق فتحات غشومية عديدة مرتبة على الجانبين . يمتد بجوار هذه الفتحات غرف يحدد المناسل . في بعض الأنواع ، توجد أعراف عرضية مزدوجة ظهرية خلف الحياشيم تكونها أعلاور هضمية . تبدأ القناة الهضمية بالقم وهو عرضي ويقع عند الحافة البطنية

الأممية للطوق خلف الخرطوم ؛ يؤدى الفم إلى تجويف فى متسع يليه البلعوم ؛ توجد بالجهاز الأممى للبلعوم فتحات لها شكل U على الجانبين وهى متصلة بجيوب خيشومية . الأمعاء عبارة عن أنبوية مستقيمة مزودة بأعور كبدية « أكياس كبدية » من الجهة الظهرية . تنهى الأمعاء بفتحة الشرج .

قد تمتلئ تجاويف الخرطوم والطوق بالماء عن طريق تقوُب ظهرية ؛ وعندما تنتفخ هذه الأجزاء ، يبدأ الحيوان فى الحفر فى الرمل أو الطين ، وتساعد فى ذلك بعض الحركات العضلية للجذع . يدخل القم خليط من الماء والرمل بمعمل بمواد عضوية متحللة . يمر الماء خلال الفتحات الخيشومية حتى يتم التنفس ، أما المواد العضوية فإنها تستعمل كغذاء ، الرمل يطرد للخارج عن طريق الشرج .

يتضمن الجهاز الدورى وعاءين دمويين ، أحدهما ظهري وسطي يجرى فيه دم عديم اللون يتجه للأمام (كما فى الحلقيات) ، والآخر بطني وسطي . يتصل الوعاءان الدمويان بقلب ظهري ، كما توجد أوعية أخرى صغيرة بالقرب من الفتحات الخيشومية . من المحتمل أن إنقباضات الأوعية الكبيرة هى التى تحدث دوران الدم . توجد كبة صغيرة غير مزدوجة قد تسمى القدة الخرطومية ، من المعتقد أنها تمثل عضو الإخراج .

يتركب جدار الجسم من بشرة سمكية مكونة من طبقة واحدة من الخلايا بها العديد من الخلايا المخاطية ، يلي البشرة إلى الداخل طبقات عضلية . يوجد أيضا هيكل خرطومى صغير . يتكون الجهاز العصبي من خلايا وألياف تقع عند قاعدة البشرة ، تتركز مكونة حلين عصبيين أحدهما ظهري وسطي والآخر بطني وسطي صغير الحجم . يربط بين الحبلين وصلة حلقيه الشكل فى منطقة



شكل ١٨ - ١٦ : دودة ذوات الرأس (شعبة الأكتوفسيفلا) . الرسم مكبر والدودة مطووعة لتبين التركيب الداخلي . (أ) ذكر ، (ب) أنثى (ج) الطرف الأممى وبه الخرطوم مرده للداخل . (عن ليش ١٩٣٦) .

الطوق . يوجد أيضا حبل سميك يحوف أحيانا في منطقة الطوق ويقع في الجهة الظهرية لتجويف القم ، ويمتد منه عدة ألياف عصبية إلى بشرة الخرطوم . يُمثل السيلوم بخمسة تجلوييف ، واحد في الخرطوم ، وزوج في كل من الطوق والجذع .

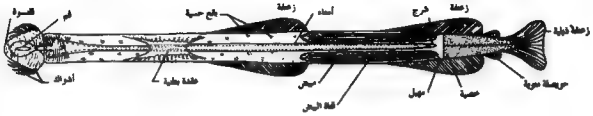
الجنسان منفصلان ، توجد مناسل عديدة مرتبة في صفين ظهريين جانبيين من منطقة الطوق حتى الأعور الكبدية ؛ عندما ينضج كل منسل فإنه يطلق محتوياته إلى الخارج عن طريق ثقب منفصل . هم الإخصاب خارجيا . في بعض الأنواع ، يكون البيض يرقة التورناريا وهي صغيرة بيضاوية الشكل شفافة مزودة بأشرطة سطحية من الأهداب . يظهر الخرطوم والطوق أثناء التحور . بعض الأنواع لها تكوين مباشر ولا يوجد لها طور يرقي . الديدان اللسانية لها القدرة على تجديد منطقة الجذع وكذلك الخرطوم والطوق .

تضم طائفة التيروبرانكيا ثلاثة أجناس من الحيوانات الصغيرة بانية الأنايب ، وهي لا توجد إلا في نصف الكرة الجنوبي . هذه الحيوانات تشبه الديدان اللسانية في التركيب الداخلي ، ولكن يوجد بها زوج واحد فقط من الفتحات الحشومية ، وأحيانا لا يوجد ، يوجد بها أيضا تاج من اللوامس المهلبة . يفرز حيوان *السلالوديسكوس* مسكناً يمكن أن يأوى إليه أفراد عديدة ، لكل فرد منها فتاة هضمية على شكل U . تتكاثر حيوانات التيروبرانكيا جنسياً ، ولا جنسياً بالتبرعم ؛ وهي تشبه البرايوزا في الشكل الخارجي .

١٨ - ١٨ شعبة الأونيكوغورا (المخلليات)

تضم هذه الشعبة حوالي ٧٠ نوعاً من « ديدان المشي » الصغيرة (البرياتس) ، تعيش في الأماكن الرطبة المظلمة بنصف الكرة الجنوبي وأمريكا الوسطى والمكسيك وجزر الهند الغربية . يبلغ طول البرياتس ٥٠ مم تقريبا (شكل ١٨ - ٢١) . يحمل الطرف الأمامي زوجا من قرون الاستشعار وزوجا من الأعين وكذلك فتحة الفم والفكوك . الجسم اسطوانى غير معقل ؛ الجلد مغطى بطبقة كيتينية رقيقة ، ويظهر به حلقات عرضية عديدة . يجعل الجسم أرجلاً قصيرة مختلفة يتراوح عددها بين ١٤ و ٤٤ زوجاً . توجد فتحة إخراجية بمحاور كل رجل ، كما توجد فتحة تناسلية بطنية واحدة أمام فتحة الشرج عند الطرف الخلفى .

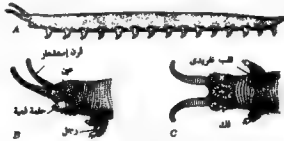
يتربك جدار الجسم من جلد رقيق وبشرة وطبقات عضلية مركبة تحيط بتجويف غير مقسم (تجويف دموى) . القناة الهضمية عبارة عن أنبوبة مستقيمة بها معدة طويلة وأمعاء . الجهاز الدورى مفتوح ويتربك من وعاء ظهري ووسطى واحد . يتم التنفس بواسطة قصبات هوائية . أعضاء الإخراج عبارة عن تراكيب نفهدية الشكل مزودة بفتح بفتحات نفهدية . يتربك الجهاز العصبي من عقد مخية مزودة وزوج من حبال عصبية بطنية منفصلة لا تحمل عقداً ، ولكنها تتصل بواسطة وصلات عرضية عديدة . الجنسان منفصلان ، توجد مناسل مزودة لها فتحة تناسلية واحدة . معظم الأنواع تنتج صغراً حية ، إذ أن جزءاً من قلة البيض في الأنثى يكون رحماً .



شكل ١٨ - ١٩ : الدودة السهمية ، ساجينا (شعبة الكيرجالاتا) منظر بطني ، الحجم الطبيعي من ٢٠ إلى ٧٠ م .



شكل ١٨ - ٢٠ : الدودة النسيانية ساكوجلوسس (شعبة الصفصحيات) . منظر ظهري (عن سينجل)



شكل ١٨ - ٢١ : البريانتس periptus (شعبة الأونيكوفورا) . (أ) حيوان كامل يتكيف بسيط . (ب ، ج) الطرف الأمامي ، منظر جانبي وبطني . (عن سنودجراس Snodgrass ١٩٢٨) .

الأونيكوفورا لها وضع فريد ، إذ أنها تجمع بين خصائص الحلقيات ومفصليات القدم . لذلك ، يُعتقد أن مفصليات القدم ربما تكون قد نشأت من سلف قديم شبيه بالحلقيات .

مراجعة

- ١ - لماذا يتبع نجم البحر شعبة الجلد شوكيات ؟ ماهو نوع التماثل الذى يوجد بهذه الشعبة ؟ هل هذا النوع من التماثل مزايا بالنسبة للجلد شوكيات ؟ ولماذا ؟
- ٢ - ما هى الأقدام الأنبوية ؟ وكيف تؤدي وظيفتها ؟
- ٣ - كيف يتم التنفس في نجم البحر ؟ وكيف تحافظ الخياشيم على نظافتها ؟
- ٤ - ما هو السيلوم ؟ ما هى الشعب الحيوانية التى يوجد بها سيلوم كامل التكوين ؟
- ٥ - ما هى أوجه الاختلاف بين اليرقة والحيوان البالغ في نجم البحر ؟ ماهى الفائدة التى تعود على الحيوان المبت من مثل هذا الطور اليرق ؟
- ٦ - ما هى أوجه الاختلاف بين قفذ البحر ونجم البحر من حيث التركيب ؟ ونوع الغذاء ؟ لماذا لا يستطيع قفذ البحر أن يستعمل نفس نوع الغذاء الخاص بنجم البحر ؟
- ٧ - لماذا يصنف خيار البحر مع نجم البحر وقفذ البحر ؟
- ٨ - ما هى أوجه الاختلاف بين الديدان الشريطية الشكل والديدان المفلطحة ؟
- ٩ - أين توجد الدورات ؟ وكيف يتم البحث عنها ؟ ما هى الفائدة التى تعود على المجتمعات الحيوانية من هذه الدورات التى تعيش فيها ؟
- ١٠ - كيف تنتشر ديدان شعر الخيل في المناطق المختلفة ؟
- ١١ - لماذا لا تصنف الحيوانات الحزازية في وضع أدنى في عالم الحيوان ؟
- ١٢ - ما هى أوجه الاختلاف المميزة بين البراكيبودا والرخويات ؟

الفصل التاسع عشر

الرخويات

تتميز الحيوانات التابعة لشعبة الرخويات بأجسامها الرخوة غير المعقولة . نموذجيا لها رأس أمامي ، وقدم عضلي بهلنى ، وكتلة حشوية ظهرية (شكل ١٩ - ١) . يحيط بالجسم إلى حد ما طبقة لحمية رقيقة ؛ ولعظم الرخويات صدفة جيرية خارجية . يتباين الشكل العام للحسم في الطوائف المختلفة . الرخويات أنبوبية المعدة (طائفة عديدة الأنواع) تكون دودية الشكل ولها برس مزود بشويكات . الكايتونات (طائفة عديدات الأنواع) بيضية الشكل ، لها ثمانية ألواح مفصلة متراكبة ظهرية محاطة بحزام لحمى ، وقدم مفلطح كبير . الأصداف السية (طائفة رورقية القدم) لها صدفة نحفية أنبوبية مدببة مفتوحة الطرفين . القواقع والبراقيات (طائفة المسقدمات) لها قدم نحيفة طويلة ورأس واضح يحمل لوامس وأغيا صغيرة ؛ في القواقع ، توحد الأحشاء عادة داخل صدفة فردية ، غالبا ذات شكل لولبي ؛ في البراقيات ، تكون الصدفة داخلية أو غير موجودة . المحار والإبستر وغيرها من الرخويات ذوات المصراعين (طائفة ذوات المصراعين) لها جسم منضغط جانبيا وقدم إسفيني الشكل ؛ لا يوجد لها رأس ؛ يحاط الحسم غالبا بصدفة ذات مصراعين جانبيين متمفصلين ظهريا . الحبار والأخطبوط (طائفة الرأسقدميات) لها رأس كبير ، عينان جانبيتان مميزتان ، وأذرع عضلية رفيعة حول الفم ؛ الصدفة داخلية عادة أو لا توجد .

الحيوان الحفرى الحى نوبيلينا (طائفة أحادية الأنواع) له صدفة وحيدة . ويتميز عن باقي الرخويات في أن له تجلويف سيلومية مرتبة عقليا وفريدات وخياشيم (٥ أزواج) وعضلات .

الرخويات واسعة الانتشار جغرافيا وجيولوجيا ؛ يوجد منها أكثر من ٨٠,٠٠٠ نوع حى ، و ٣٥,٠٠٠ نوع حفرى ، والعديد من هذه الأنواع تمثل بعثائر ضخمة . معظم الرخويات بحرية ، تعيش على الشواطئ وفي المياه الضحلة ، ولكن البعض منها يعيش على أعماق بعيدة ، القليل يقضى حياته سابحا في عرض البحر . العديد من القواقع وبعض من ذوات المصراعين تقطن المياه العذبة ، ولكن هناك بعض القواقع والبراقيات تعيش على الأرض . معظم الرخويات حرة المعيشة ، ويمكنها الزحف ببطء ، البعض يلتصق بالصخور أو الأصداف أو الأخشاب ، البعض الآخر يمكنه الحفر ، القليل يعيش طافيا في الماء ؛ الحبار يمكنه السباحة بحرية .

تتباين أحجام الحيوانات في كل طائفة ؛ تجمع هذه الشعبة النقيض من الأنواع ذات الأحجام المتباينة ، إذ تضم بعض القواقع الدقيقة التي لا يتعدى قطرها ملليمترًا واحدًا ، والحبار العملاق الذي يبلغ طول جسمه ٢٠ قدمًا (٦ أمتار) ولوامسه تصل إلى ٣٥ قدمًا (١٠,٧ مترًا) . هذا الحبار يعد أكبر حيوان لا فقاري معروف .

١٩ - ١ الخصائص

١ - الحيوانات جانبية التماثل أو عديدة التماثل ؛ لا يوجد تعقيل (عدا في النيوبيلينا) ، الطلائية مزودة بأهداب وغدد مخاطية عديدة .

٢ - الرأس جيلة التكوين في البطنقدمات والرأسقدمات ، ومختزلة في بقية الرخويات ؛ القدم بطنية وعضلية ؛ الجسم مغلف ببرنس ظهري يفرز الصدفة (إن وجدت) .

٣ - القناة الهضمية كاملة ، القم مزود عادة بعضو كالبرد (سفن) ذو أسنان قرنية دقيقة (لا يوجد في ذوات المصراعين) ؛ توجد غدة هضمية كبيرة (كبد) ، وغدد لعابية بصفة عامة .

٤ - القلب ظهري ، يوجد عادة في كيس تاموري ، مكون من أذنين أو أذن واحد ، وبتين واحد (عدا في النيوبيلينا) ؛ يوجد أورطي أمامي وأوعية دموية أخرى غالباً ؛ الجهاز الدوري مفتوح (عدا في الرأسقدمات) .

٥ - التنفس بالخياشيم (واحد أو أكثر ، أو برقة في تجويف البرنس ، أو بالبرنس أو بالبشرة .

٦ - الإخراج بالكليات (التفريعات) ، يتراوح عددها من ١ إلى ٥ أزواج ؛ السيلوم مختزل عادة إلى تجلوييف في الكليات والمناسل .

٧ - الجهاز العصبي النموذجي مكون من ٣ إلى ٥ أزواج من العقد (في الرأس والقدم والأحشاء) ، وحبال طويلة ووصلات عرضية ؛ أعضاء الحس متنوعة وتختص باللمس ، التذوق والشم ، الإبصار (بقع عينية ، أعين) وحفظ التوازن (حويصلات التوازن) .

٨ - الجنسان منفصلان عادة ؛ المناسل إثنان أو واحد ، لها قنوات ؛ الإخصاب داخلي أو خارجي ؛ معظمها بيوضة ؛ التكوين مباشر أو يمر بأطوار يرقية ؛ لا يوجد تكاثر لا جنسي .

طائفة أحادية الأنواع (مونوبلاكوфора) (النيوبيلينا)

١٩ - ٢ التركيب والتاريخ الطبيعي .

النيوبيلينا لها صدفة واحدة بيضوية تشبه القننوسة ، يبلغ طولها ٤٠ سم . يعمل السطح البطنى لمنطقة رأس صغيرة ، وقدماً مهدباً مقلطحاً ومستديرًا ، وميزاب برنس بالقرب من الحافة . القم أمامي مزود بشية واسعة (نقاب) على كل جانب ، ولوامس متفرعة خفيفة . يوجد بالقم عضو

لكشط الغذاء أو سفن به صفوف من الأسان وغدة لعابية . يتصل بالمعدة فسان كبدان أو غدتان هضميتان . الأمعاء ملتفة وتؤدي إلى شرج خلفي . التراكيب المعلقة تشمل ٥ أو ٦ أزواج من الحياشيم المتفرعة في الميزاب البرنسي ، وعدد مماثل من التفريعات ، وخمسة أزواج من العضلات المرجعة في القدم ، وخمسة أزواج من الوصلات في الجهاز العصبي . يستقبل القلب الظهري دماً مؤكسجاً من الحياشيم ، ويتصل البطنان بجيوب دموية أمامية . توجد حلقة عصبية حول الفم تتصل بزوجين من الخيال العصبية ، يمتد أحد الزوجين في القدم أما الزوج الآخر فيوجد في شبة البرنس ، كما توجد وصلات بين كل زوج . يقع المنسلان بجوار الأمعاء ، ويفتحان في الزوجين الوسطيين للتفريعات ؛ الجنسان منفصلان .

جنس النيويليا غير شائع ، ويعيش في أعماق البحار ، ويضم ٧ أنواع تنتشر في محيطات الأتلانتي والباسيفيكي والهندي . وقد جُرفت بعض العينات على أعماق ١١,٠٠٠ قدم (٣٣٠٠ متراً) أو أبعد ، ووجدت راديولاريا عديدة في معدتها ، لذلك قد تكون هذه الحيوانات من آكلات الغايات ، وقد عرفت دوات قرى حفرية لهذا الحيوان الرخوي الصغير منذ زمن بعيد ؛ وقد عاشت من العصر الكامبري الأدنى إلى العصر الديفوني ، منذ ٣٥٠ إلى ٦٠٠ مليون سنة ؛ وقد تميزت هذه الحيوانات بوجود ندبات لعضلات مزدوجة . وأهمية هذه المجموعة ظهرت لأول مرة بعد أن جرفت عينات حية بواسطة البعثة الدانمركية ؛ حالاتها عام ١٩٥٢ . ومن ذلك الوقت ، تم جرف عينات عديدة أخرى .

طائفة عديدة الألواح (بوليلاكوفورا) (الكايون) ١٩ - ٣ التركيب والتاريخ الطبيعي . (شكل ١٩ - ٢)

الكايونات حيوانات بحرية ، تنتشر عادة من مناطق المد والجزر إلى أعماق متوسطة في مياه الشواطئ . الجسم يضي الشكل ، مغطى بثانية ألواح جبرية مفلطحة متراكبة تغطيها حزام لحمي سميك يعرف بالبرنس . يوجد قدم عضلي كبير يساعد الكايون في التعلق بالصخر والزحف عليه . يمتد بين البرنس والقدم ميزاب برنسي صحل يحتوي على ٦ - ٨٠ زوج من الحياشيم الرفيعة . منطقة



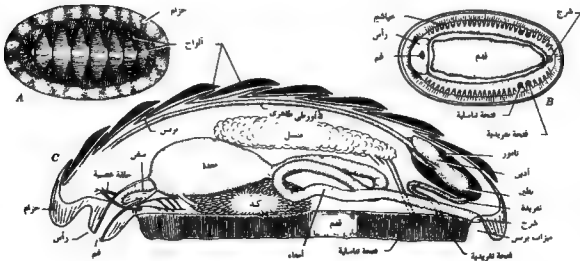
شكل ١٩ - ١ : شعبة الرغويات . الملاحظات في سمة طوائف للصدفة (الخطوط السميكة) ، القدم (المنطقة) ، القناة العصبية (المظلمة) ؛ الفم (م) ، والشرج (أ) .

الرأس مختزلة ، ويغيب عنها العين واللوامس . يتجوى الفم على عضو كاشط أو سفن به صفوف عرضية من أسنان دقيقة تستخدم في كشط الغذاء من على الصخر ، المكون من أعشاب البحر والكائنات الدقيقة . يوجد بلعوم قصير ومعدة مستديرة تتصل بكبد ، وأمعاء ملتفة طويلة تنتهي بفتحة شرجية خلفية في الميزاب البرنسي . يقع القلب إلى الخلف ، ويتركب من أذنين وبطين يتصل بأورطى أمامى . يوجد على كل جانب من جانبي الجسم عضو إخراجى رفيع يمتد من التجويف التامورى ليفتح في الميزاب البرنسي . الجهاز العصبي يتركب من حلقة عصبية حول الفم ، يتصل بها أربعة أحبال تمتد طولياً ولها وصلات عرضية عديدة . لبعض أنواع الكايتون أعضاء حساسة للمضوء تقع على الطبقة الخارجية للصدفة . الجنسان منفصلان ، كل له منسل واحد وقناتان تناسليتان تفتحان جانبياً في الميزاب البرنسي . يتكون الكثير من البيض ، ويتم الإخصاب خارجياً . يظهر أثناء التكوين طور يرقي (التروكوفور) يسبح بحرية في الماء ، تنمو اليرقة إلى كايتون صغير .

طائفة عديدة الألواح (أبلاكوفورا)

١٩ - ٤ (ذوات المعدة الأنبوية)

تضم شعبة عديدة الألواح رخويات دودية الشكل صغيرة ؛ البرنس يغطي الجسم تماماً ، وهو مزود بشويكات جيرية عديدة تعتبر الدليل الوحيد على الصدفة . هذه الحيوانات غير شائعة وتوجد في المياه الملحة .



شكل ١٩ ٢ : الكايتون (طائفة عديدة الألواح) . (أ) منظر ظهري . (ب) منظر بطني (ج) التركيب الداخلي من الجانب الأيمن ، مينا الصدفة والبرنس والقدم في قطاع وسطى

طائفة زورقية القدم (السكافوبودا) (أصداف سنية ونائية)

١٩ - ٥ التركيب والتاريخ الطبيعي .

تدفن هذه الحيوانات نفسها جزئياً في الرمل أو الطين بقاع البحر ، وتنتشر من المياه الضحلة إلى أعماق تصل إلى ١٥,٠٠٠ قدم (٤٥٠٠ متراً) . الصدفة لا يتعدى طولها $\frac{1}{2}$ بوصة (٦ سم) ، وهى طويلة أنبوبية مدببة قليلاً ومفتوحة الطرفين . القدم مدببة تساعد في الحفر . يوجد حول القم لواوس مهدبة رقيقة لها أطراف حسية تقوم بجمع الغذاء المكون من الكائنات الدقيقة . وقد صنع المهندسون الذين كانوا يعيشون على شواطئ الباسيفيكي عقوداً من الأصداف السنية الفارغة واستعملوها في معاملاتهم المالية .

طائفة البطندميات (الجاستروبودا) (القواقع والبزاقات ... الخ)

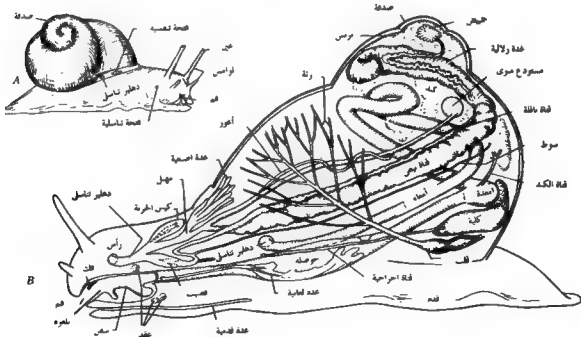
الرأس المميز والقدم الطويل جانبية التماثل في البطندميات ، ولكن الكتلة الخشوية ملتفة عادة ومغلقة بصدفة لولبية ، وكلاهما عديما التماثل . يعتقد أن أسلاف البطندميات كانت جانبية التماثل طوال حياتها ، ولكن في الأنواع الحية التى تعيش الآن حدث التواء بسحو ١٨٠ درجة للقناة الهضمية والقلب والخياشيم والكيلات وبعض التراكيب العصبية ، وقد نتج عن ذلك إختفاء بعض الأجزاء . تضم هذه الطائفة القواقع والودع والبطليوس والحلزونات وغيرها من ذوات الأصداف عديمة الغلاف المكونة من قطعة واحدة (ذات المصراع) ، بالإضافة إلى البزاقات عديمة الأصداف .

١٩ - ٦ . التركيب

القوقع الشائع ، كالتفوق الأوروى البنى (هيلكس أسيرسا ، شكل ١٩ - ٣) ، له رأس لحمى يحمل زوجين من اللوامس القابلة للإرتداد ، وزوجاً من الأعين ، وفماً . الرأس تتصل مباشرة بقدم عضلى طويل توجد فوقه الأعضاء الداخلية الرخوة ، وهى ملتفة داخل صدفة لولبية جيرية . الفتحة التناسلية تنفتح على الجانب الأيمن للرأس ، تقع فتحة الشرج الصغيرة وكذلك الفتحة التنفسية الكبيرة على حاشية اليرنس الرخوة عند حافة الصدفة . اليرنس غشائى رقيق ، وهو يفرز الصدفة كما يعمل كبطانة لها ، وأيضاً يظف الأحشاء . جميع الأجزاء الرخوة المعرضة تغطى بطلاية رقيقة منتجة للمخاط ، ويمكن لهذه الأجزاء أن ترتد وتختفى تماماً داخل الصدفة ، وبم ذلك بواسطة عضلة تمتد داخلياً إلى القمة .

الجهاز الهضمي يشمل : (١) الفم ، (٢) بلعوما عضلياً مزودا بفك قرني وعضو كاشط (سَفَن) له صفوف من الأسنان الكتيبية الدقيقة ، (٣) مريئاً رفيعاً ، (٤) حوصلة رقيقة الجدار كبيرة ، (٥) معدة مستديرة ، (٦) أمعاء طويلة أولوية مزدوجة ، (٧) شرج . يوجد بنجاب الحوصلة غدد لعابية لها قنوات تفتح في البلعوم ، كما يوجد كبد مفصص عند قمة الصدفة يتصل بالمعدة . في القوقع الأرضي ، توجد رئة بدلا من الخياشيم ، تتكون من شبكة من الأوعية الدموية تبطن الجدار الخارجي للتجويف البرنسي . يدخل الهواء إلى التجويف ويتفرج منه عن طريق الفتحة التنفسية . يتم نبوية دم الجسم في الرئتين ، ثم يُدفع بواسطة القلب إلى الرأس والقدم والأعضاء . توجد كلية واحدة تسحب المخلفات من الكيس التاموري ثم تدفعها إلى التجويف البرنسي . تتجمع عقد عصبية مزدوجة حول البلعوم وتتصل بأعصاب تمتد إلى الأعضاء المختلفة . يعمل طرف كل لامية خلفية عينا وعضو شم أحيانا ؛ يقع في مقدمة القدم زوج من أعضاء التوارن أو حوصلات التوازن ، وقد تحتوي البشرة على تراكيب حسية أخرى .

لكل قوقع جهاز تناسلي ذكري وأنثوي مشترك . يوجد عند قمة الصدفة مخيض (حصىة + مبيض) ينتج كلاً من البيض والحيوانات المنوية . في الجهاز الأنثوي ، تمتد قناة من المخيض إلى الغدة الزلالية ؛ تخرج من الغدة الزلالية قناة البيض التي تفتح في المهبل ، الذي يؤدي بدوره إلى الدهليز التناسلي المشترك . تتصل بالمهبل قناة المستودع المنوي والغدة الأصبعية وكيس الحرة أيضا .



شكل ١٩ ٣ : قوقع الحدائق البني - هيلكس أسيسوسا (طائفة البطحديات) (أ) الصفات الخارجية من الناحية اليمنى . (ب) التركيب الداخلي من الجهة اليسرى . الرئة مبنية بالأوعية الدموية المتفرعة لتجويف التجويف البرنسي الذي يتصل بالقلب .

في الجهاز الذكري ، تنتقل الحيوانات المنوية في القناة الناقلة من الحميمض إلى القضيب الذي يوجد داخل كيس يتصل بالدليز التناسلي .

١٩ - ٧ تاريخ طبيعي

يكون القوقع أكثر نشاطاً ليلاً وفي الجو الرطب . يمكن للقوقع أن يتزلزل ببطء على أثر غطاطي تفرزه غده في مقدمة القدم ، ويتم ذلك بمساعدة تموجات إنقباضية تسرى نحو الأمام في القدم العضلي . يتكون غذاء القوقع من نباتات خضراء ، يتم ترطيبها باللعاب ؛ يقبض الفك على الغذاء ثم تقوم أسنان السفن الدقيقة بتفتيته إلى أجزاء صغيرة . أثناء النهار ، يسحب القوقع رأسه وقدمه إلى داخل الصدفة ويختبئ داخل شق أو جحر ؛ وفي الجو الجاف ، يفرز الحيوان غطاءً مؤقتاً (حاجز غطائي) على فوهة الصدفة ، وبذلك يتجنب الجفاف .

يسبق الجماع عملية تبادل التراسق بين قوقعين ، بعدها يولج كل قوقع قضيبه في مهبل القوقع الآخر ، ويتم تبادل الحيوانات المنوية . ينفصل القوقعان بعد ذلك . وبعد فترة ، يضع كل قوقع دفعات من بيض يغطاه جيلاتيني في أماكن رطبة ؛ يفقس البيض بعد عدة أيام وتخرج منه حيوانات صغيرة .

١٩ - ٨ بطئقدميات أخرى

هناك أنواع عديدة من الرخويات وحيدة المصراع تتباين في الحجم والشكل والعادات ، ولكن معظمها بحري (أشكال ١٩ - ٤ ، ١٩ - ٥) . الأنواع البدائية كانت تعيش في البحار ، وهناك دلائل تشير إلى أن البعض منها قد هاجر بعد ذلك إلى المياه العذبة أو إلى اليابسة لتصبح حيوانات رئوية التنفس . واليوم ، توجد البطئقدميات في المياه المالحة والعذبة وعلى اليابسة ، وتنتشر من المناطق الاستوائية إلى المناطق شبه القطبية وحتى في الصحاري ، ومن ارتفاعات ١٨,٠٠٠ قدم (٢٤٠٠ متراً) في بعض المناطق الجبلية حتى ٣٥,٠٠٠ قدم (٧٦٠٠ متراً) في أعماق البحار .

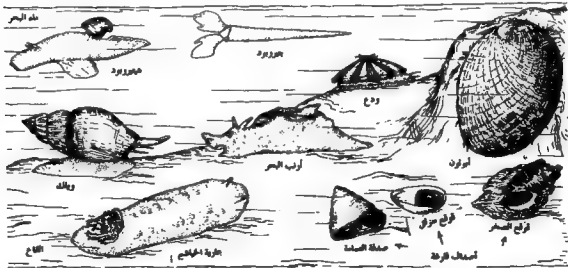
وعلى الرغم من أن البطئقدميات بدأت أصلاً آكلات إنبات ، إلا أن أنواعاً كثيرة منها الآن قد أصبحت آكلات لحوم تفترس رخويات أخرى أو لا فقاريات أخرى ، القليل منها يعيش متطفلاً . العديد من مواقع الماء العذب يعتبر عوائل متوسطة لا غنى عنها لبعض ديدان التريماطودا (فصل ١٧) . تكوّن الرخويات أحادية المصراع غذائاً لفقاريات ولا فقاريات متنوعة وللبرش البدائيين . الهيلكسي يعتبر غذائاً شهياً لشعوب عديدة . وقد استعملت بعض الشعوب أنواعاً من الصدقات أحادية المصراع كتنقود ، مثال ذلك الوامبوم عند الهنود الأمريكيين .

طائفة ذوات المصراعين (المحار والأويستر وخلافه)

تضم هذه الطائفة حيوانات جانبية التماثل ، لها جسم رخو منضغط بين صليتين جانبيتين متمفصلتين ظهرياً . ذوات المصراعين ليس لها رأس ، ولكن لها قدم أسفني الشكل . تعيش هذه الحيوانات في المياه العذبة والملحة ، البعض منها يزحف والبعض الآخر يحفر في الرمل أو الطين ؛ بعض الأنواع تلتصق بالصخور . سندرس هنا محار ماء عذب كمثال لهذه الطائفة

١٩ - التركيب .

الصدفة يضاوية تقريبا ، تحمي الجسم الرخو ، وتتميز بخطوط نمو متتابعة تتمركز حول إنتفاخ (قمة) بالقرب من الحافة الظهرية الأمامية . يوجد رباط ركازي ظهري يربط بين مصراعى الصدفة من الجهة الظهرية ، كما يسمح بانفراج المصراعين من الجهة البطنية . السطح الداخلي لكل مصراع تظهر به نديات تبين موضع اتصال العضلات المتنوعة . تعمل هذه العضلات على غلق المصراعين وعلى امتداد القدم وانقباضه .

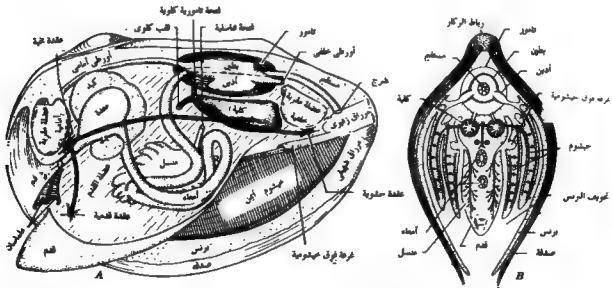


شكل ١٩ - ٤ : بعض البطلسمات البحرية الحية ، وبعض الأصداف القارعة ؛ فيشورولا ، ودع ؛ هاليوتس ، أبولون ؛ كريستولا ، قوقع منزلق ؛ نمجولا ، صدفة الصمامة ؛ كاراجاريا ، هيرودود ؛ موريس ، صدفة الصخر ؛ بوكسينوم ، وباك صاخ للأكل ؛ أبلوزيا ، أرنب البحر ؛ كريسيس ، هيرودود ؛ دوريس ، بطرية الحماض .

يتكون الجسم الرخو من كتلة حشوية مكتنزة تحوى على أعضاء متنوعة ، ويكون الجزء البطنى الأمامى القدم العضل . يوجد على كل جانب زوج من الحياشيم الرقيقة الصفيحية الشكل ، ويُطلف الجسم بفص من اليرنس . يتكون كل فص يرنس من نسج رقيق يلتصق بالمصراع الذى يفرضه . الحواف العضلية السائبة لليرنس تقترب من بعضها وتختصر بينما تجويف اليرنس . تكوّن حواف اليرنس فتحتين من الجهة الخلفية (شكل ١٩ - ٦ ب ، ج) ، هما مزراق شهيقى بطنى كبير ومزراق زفيرى ظهري .

يشمل الجهاز الهضمي : (١) فماً صغيراً محاطاً بشيتين رقيقتين (ملمسين) ؛ (٢) مرتباً قصيراً ، (٣) معدة مستديرة تفتح فيها قنوات من (٤) غدة هضمية مزدوجة أو كبدة ؛ (٥) أمعاء ملتفة رفيعة ؛ (٦) مستقيماً ظهرياً محاطاً بالقلب ؛ (٧) شرج يفتح فى المزراق الزفيرى . يوجد بالقرب من المعدة جيب يحوى غالباً على قضيب شفاف (عود البلورى) ، وينتج إنزيمات محلاً للنشا يساعد فى هضم البلاتكتون .

الجهاز الدورى يتضمن قلب ظهري مكون من أذنين وبطين عضلى ، ويحيط به كيس (تجويف تامورى) . يُدفع الدم من البطين إلى أورطى أمامى وأورطى خلفى ، ومنهما إلى جميع أجزاء الجسم ، حاملاً المواد الغذائية والأوكسجين إلى الأنسجة ؛ تقوم الكليات باستخلاص الفضلات العضوية وتخرجها للخارج . بعض من الدم يعود إلى الأوردة ، والبعض الآخر يدخل إلى التجويف النسيجية ، ومنها يعود مرة أخرى إلى القلب ؛ لذلك يعتبر هذا الجهاز الدموى من الطراز المفتوح .



شكل ١٩ - ٧ : عمار الماء العذب ، أنودونتا . (أ) التركيب الداخلى كما يظهر بعد إزالة الصدفة واليرنس والحياشيم من الجانب الأيسر . (ب) قطاع عرضى خلال منطقة القلب . كلا الرسمين تخطيطى . (ب ، ج من مستعمل) .

تعتبر الحياشيم (شكل ١٩ - ٨) أعضاء التنفس الرئيسية ، كما يساعد البرنس في التنفس . يُسحب الماء داخل المزراق الشهيق ، ثم يمر خلال ثقب في الحياشيم ، ويم هناك تبادل الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون . تمتد من الثقب أنابيب مائية تؤدي إلى غرفة متصلة بالمزراق الزفوى .

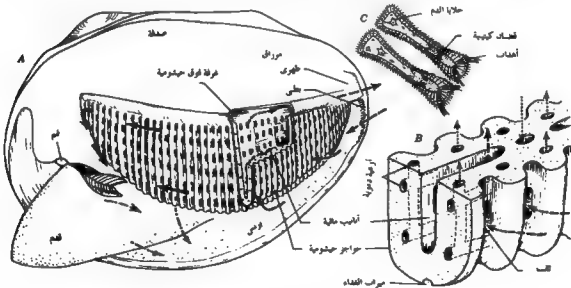
تكون كل كلية على شكل حرف U ، وتجمع الفضلات من التجويف التامورى ثم تدفعها إلى الغرفة فوق الحيشومية .

الجهاز العصبي يتركب من ثلاثة أزواج من العقد تتصل بأعصاب تمتد إلى مختلف الأعضاء . التراكيب الحسية تشمل مستقبلات الضوء على حافة البرنس ، أعضاء التوازن (حويصلات التوازن) في القدم ، أعضاء للمس ، ومستقبلات كيميائية لإختبار الماء الداخل إلى المزراق الشهيق ؛ إذا احتوى الماء على نسبة عالية من الطمي ، قلت كمية الماء التي تدخل الحيوان .

الجنسان منفصلان ولكنهما متشابهان خارجيا ، لكل منسلان متفرعان في القدم .

١٩ - ١٠ . تاريخ طبيعى

يعيش عمار الماء العذب في الرمل والطين ، أو مغروزا بين الصخور ، بحيث يكون المصرعان مفتوحين قليلاً وحافتا البرنس مغلقين والمزراقان مكشوفين (شكل ١٩ - ٦ ب) يُسحب الماء



شكل ١٩ - ٨ : عمار الماء العذب . رسوم تخطيطية لتركيب الحياشيم . (أ) الحشوم الأيسر الخارجى منزوع جزئياً مينا التركيب الداخلى ؛ - - مسار الماء ؛ - - مسار دقائق الغذاء التى تقتص بمادة مخاطية وتندفع إلى القدم ؛ - - مسار اللقائى الطرودة . (ب) جزء من حشوم مكرر ؛ ... - - مسار الدم ، لأسفل في الأوعية الواردة ، ولأعلى في أوعية صادرة . (ج) قطاع عرضي لحاشرين حشوميين مكرر لوضوح الأسطح المهدبة وخلايا الدم .

الحمل بالفناء والأوكسجين إلى تخويف البرنس عن طريق المزراق الشهيق ، تقتصر الدقائق العضوية والكائنات الدقيقة بمادة مخاطية توجد على الخياشيم ، ثم يدفع الفناء للأمام تجاه القم بواسطة حركة هدية . يمر الماء بعد ذلك خلال الخياشيم ومنها إلى الخارج عن طريق المزراق الزفيرى . الحيوان الرخوى ذو المصراعين يمكنه الانتقال ببطء وذلك بأن يمد قدمه ثم يسطه ويثبت كالمكب ، وبعد ذلك يسحب جسمه للأمام .

١٩ - ١١ التكاثـر

معظم ذوات المصراعين تطلق البيض والحيوانات المنوية في الماء ، حيث يتم الإخصاب . تتكون يرقة التروكوفور ، وتظهر لها صدفة (يرقة الغليجر أو المبرقة) . تتحول اليرقة في النهاية وتتحول إلى محار بالغ صغير (صورة مصغرة من الحيوان البالغ) . في جميع أنواع محار المياه العذبة ، تصبح خياشيم الإناث متخصصة كأكياس دموية لاستقبال البيض الناضج . تدخل الحيوانات المنوية من الذكر مع تيار الماء الداخل ، ويخصب البيض ، تتكون يرقة دقيقة (السهمية (جلوكيديوم) ، شكل ١٩ - ٩) . تخرج هذه اليرقات إلى الماء عن طريق المزراق الزفيرى ، ثم تلتصق بخياشيم أو بشرة أسماك المياه العذبة . تتكون محفظة حول كل طفيل صغير بمجرد التصاقه ، ويتغذى هذا الطفيل على سوائل جسم العائل . تنمو هذه اليرقة المتطفلة إلى محار صغير ، ثم تنفصل عن السمكة وتصبح حرة المعيشة . إنتشار هذه الرخويات ذوات المصراعين يصبح ممكناً نتيجة لطريقة المعيشة الفريدة لليرقات على الأسماك . مخاطر التكاثـر كبيرة في ذوات المصراعين ، لذلك تنتج أعداداً هائلة من البيض عدة آلاف في محار الماء العذب ، ١٦ إلى ٦٠ مليون في أويستر واحد خلال موسم واحد .

١٩ - ١٢ ذوات مصراعين أخرى

معظم ذوات المصراعين بحرية ، وهى واسعة الإنتشار في مناطق المد والجزر والمياه الضحلة ، ولكن البعض منها يقطن الأعماق البعيدة التى تصل إلى ٣٣,٠٠٠ قدم (١٠,٠٠٠ متر) . الغالبية الساحقة تعيش على قاع البحر أو في جحور في الطين أو الرمل ، القليل يحفر في الأرضى الطفلية أو الصخور الرخوة ؛ الأويسترات وغيرها تلتصق بصفة دائمة بالصخور أو بالأصداف . ديدان السفن الرفيعة أو التريبدو تحفر أنفاقاً في خشب السفن أو أوصفـة الميناء (شكل ١٩ - ١٠) هناك أنواع قليلة تعيش معيشة تكافلية أو متطفلة .

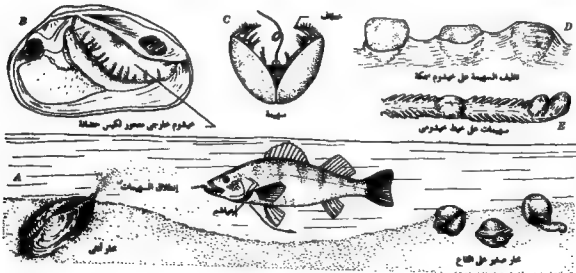
١٩ - ١٣ العلاقات بالإنسان

تستعمل ذوات المصراعين كغذاء للإنسان منذ قرون لا حصر لها . العديد من الشواطىء يوجد بها رواى صدفية من الخلفات الأثرية . أحد الرواى الهندية في سان فرانسيسكو تحوى على أكثر من مليون قدم مكعب (٢٨,٠٠٠ متر مكعب) من الأصداف الفارغة التى تراكمت منذ ٣٥٠ سنة

تقريباً . يبلغ المحصول السنوي من الأويسترات والمحار والكالوب في الولايات المتحدة أكثر من ١,٤ بليون رطل (٦٣٥ مليون كيلو جرام) ، تقدر قيمته بأكثر من ٦٣ مليون دولار . تجمعات الأويستر الطبيعية الجيدة في المياه الضحلة تكون لها قيمة عالية . ترقى الصنغر بصفة منتظمة لتعويض الأويسترات البالغة التي يتم جمعها بواسطة الجرافات والملاقط . تستخدم الأويسترات المسحوقة في رصف الطرق وكمكاف للذجاج واللواجن الأخرى . يتم جمع أنواع عديدة من المحار بدوياً ، وفي أماكن كثيرة توضع قواعد معينة لجمع المحار وذلك بالنسبة للحجم والعدد والفصول ، والغرض من ذلك المحافظة على المحصول .

في الكثير من ذوات المصراعين ، عندما يستقر جزء صغير من مادة غريبة بين اليرنس والصدفة ، تُغرز حول هذا الجسم طبقات رقيقة من بطانة صدغية (مادة لزؤية) مكونة بذلك لؤلؤة . قد تتكون هذه اللآلئ في محار الماء العذب أو في بعض الأويسترات ، ولكن أنواع اللآلئ ذات القيمة العالية توجد في أويسترات بحرية بشرق آسيا . يقوم اليابانيون بإدخال دقائق صغيرة تحت اليرنس ، ثم تحفظ هذه الرعويات من ذوات المصراعين في أقفاص خاصة لعدة سنوات حتى تتكون اللآلئ . أضرار الملابس اللؤلؤية تقتطع من أصداف محار المياه العذبة .

التريدو تحفر أنفاقاً في الأرضة الخشبية وخشب المراكب مسببة أضراراً جسيمة ، ويمكن تجنب ذلك بتغطية الخشب بطلايات خاصة أو بمعدن ، أو باستعمال أعملة مسلحة في بناء الأرضة .



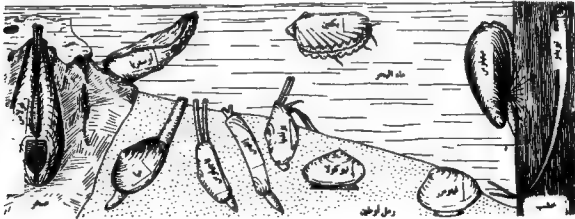
شكل ١٩ - ٩ : محلل الماء الطيب . (أ) رسم تخيلي لقوة الحيلة . (ب) المحلوس الخارجي للأشيص مصورا
لل كس حشداً . (ج) السهمية . (د) السهمية مطقة بشرة على محلول سمكة . (هـ) سهميات على محيط
محشوش . (ب - د عن ليجور وكوتس ، ١٩١٠) .

طائفة الرأسمديات
(الحبار والأخطبوط وغير ذلك)

تعتبر الرأسقدميات أرق الرخويات تكويناً؛ المثال الشائع، الحبار لوليجو، يعيش في البحار بالقرب من الشواطئ. هناك مثال لحبار آخر يعيش في الأعماق البعيدة، هستيوثوليس (شكل ١٩ - ١١).

١٩ - ١٤ التركيب والتاريخ الطبيعي (شكل ١٩ - ١٢)

الجسم قمعي الشكل رفيع مغلف بيرنس عضلي ، ويحمل زعنفتين مثلثتين في الخلف . الرأس كبيرة بها عينان مميزتان وغم مركزي محاط بعشرة أذرع رفيعة مرنة تحمل مصحات . يوجد بالجسم قلم قرني (الصفة) ، يعطي صلابة للجسم ؛ يُغلف المخ بلادة شبيهة بالفضروف تدعم منطقة العنق . يحيط بالأعضاء الداخلية تجويف البرنس ، الذي يبرز منه مزراق أنبوي يفتح أسفل العنق . يسحب الماء إلى الداخل في تجويف البرنس ، ثم يُدفع بقوة للخارج عن طريق المزراق ، وبذلك ينطلق الحيوان في الماء كالنفثات أو الصاروخ ، ويمكنه الاندفاع للأمام أو للخلف حسب اتجاه المزراق (شكل ١٩-١٣) . تساعد الزعانف في التوجيه والسباحة . الجهاز الهضمي يشمل : (١) فم ؛ (٢) بلعوماً عضلياً مزوداً بفكين قرنيين يشبهان التقار وعضواً كاشطاً (سفن) يحمل صفوفاً من الأسنان الصغيرة (٣) مرهاً طويلاً ؛ (٤) معدة عضلية لها أعور رقيق الجدار ؛ (٥) أمعاء رفيعة

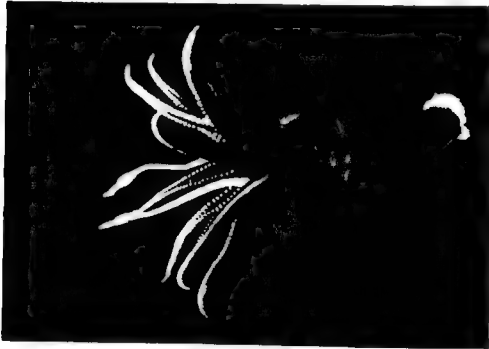


شكل ١٩ - ١٥ : الأوجاع الطيعة لبعض إسفنيات القدم البحرية الحية . وهي مصفرة بمقاييس عظفة نيوكولا ؛ يولندا ؛ أو سترها ؛ أو ستر صالح للأكل ؛ ميغولوس ؛ على البحر بخروط نالية ؛ بكتين ؛ سكاوب ؛ ما ؛ بحر الطين ؛ فيوس قفص الماء ؛ تاجيولوس ؛ بحر المطواة ؛ أنيس ؛ بحر اللوس ؛ فولاس ؛ ثلقب الصخر ؛ تريمو ؛ دودة الأعمدة أو دودة السفن .

تنتهى (٦) بالشرح الذى يفتح فى تجويف البرنس . تفتح فى البلعوم غدد لعابية ، كما يوجد كبـد وينكرياس يتصلان بالمعدة بواسطة قنوات . يتغذى الحبار على قشريات ورغويات وأسمك ، حيث يقبض عليها بالأذرع ثم يقضمها بالفكوك . يفتت الحبار غذاءه بعد ذلك بواسطة السفن .

يتصل بالأمعاء كيس الحبر ، ويخوى على سائل داكن ، يطلقه الحيوان عن طريق المزراق فيحدث « ستاراً من الدخان » فى الماء ، وهذه الوسيلة يستطيع الحبار الهرب من الأعداء . يوجد بنجويـف البرنس خيشومان للتنفس . تحمل الأوردة الدم من أنسجة الجسم إلى قلب خيشومى ، يُدفع الدم بعد ذلك فى الشعيرات الخيشومية ، ومنها إلى قلب آخر يعرف بالقلب الجهازى ، وهو مكون من أذنين وبعطين . يدفع القلب الجهازى الدم فى شرايين تمتد لجميع أجزاء الجسم . بخلاف الرغويات الأخرى ، فإن الجهاز الدورى فى الحبار من النوع المقفل . الأعضاء الإخراجية فى الحبار تمثل بكليتين . المخ يوجد فوق البلعوم ؛ إلى جانب أعضاء التوازن (حويصلات التوازن) ، توجد للحبار عين وهى فريدة فى نوعها بين اللاقناريات ، إذ يمكنها تكوين صورة حقيقية .

الجنسان منفصلان فى الحبار . تنتج الأنثى بيضاً مثقلاً بالبح ، يتم إخصابه داخل تجويف البرنس . تضع الأنثى البيض فى محافظ جيلاتينية طويلة . لا يوجد طور يرق ، تفقس الصغار على شكل حيوانات بالغة صغيرة .



شكل ١٩ - ١١ : حبار (هيتونوليس) (إهداء من جارى ماكفونالد)

١٩ - ١٥ . رأسقدميات أخرى

ازدهرت هذه الطائفة في البحار منذ العصر الكاميري ، ويعرف منها حوالى ١٠,٠٠٠ نوع حفرى . الرأسقدميات الحية جميعها مفترسة ، وهى حرة السباحة عادة (شكل ١٩ - ١٣) . أهم الرأسقدميات المألوفة هى الحبار والأخطبوط . الأنواع الكبيرة منها يتشاهها الناس لفكوكها القوية ، وما يشاع عن قدرتها على عصر الفريسة بأذرعها . تعيش الحباريات الصغيرة فى أسراب ضخمة ، وتعتبر الغذاء المفضل لحيوانات بحرية أخرى ، كما تستعمل كطعم للسماك وكغذاء للإنسان . الأخطبوط له جسم بهلى الشكل ، لا يوجد به صدفة ، له ثمانية أذرع طويلة تحمل ممصات ، يزحف الأخطبوط عادة على القاع فى مناطق المد والجزر ، ولكن يمكنه السباحة مستخدما الزرأق .

مراجعة

- ١ - ما هي المميزات العامة لشعبة الرخويات ؟
- ٢ - بين في جدول الصفات المميزة لست طوائف من الرخويات ، بالنسبة للصدفة ، أجزاء الفم ، نوع الغذاء ، طريقة التنفس ، والحركة .
- ٣ - ما هي وظائف كل من البرنس والسفن والقلم وحويلة التوازن في قوقع الحدائق ؟
- ٤ - كيف يختلف التكاثر في قوقع أرضي عنه في محار ماء عذب ؟
- ٥ - لماذا تكون حركة الرخويات بطيئة ؟
- ٦ - ما هي أهمية يوقه السهمية بالنسبة للأنواع ذات المصراعين التي تعيش في المياه العذبة ؟
- ٧ - ما هي صفات الرأسقدميات التي تختلف عن بقية الرخويات والتي تعتبر ضرورية للحركة السريعة ؟
- ٨ - ما هي الصفات التركيبية التي تربط الحبار ببقية الرخويات ؟ ما هي الأهمية الخاصة للأذرع والمزراق وكيس الحبر ؟

الفصل العشرون

الديدان المعقلة

على النقيض من الديدان التي سبق شرحها ، فإن الديدان التي تتبع شعبة الحلقيات لها أجسام مكونة من عقل أو قطع متشابهة مميزة خارجياً وداخلياً . تعيش ديدان الأرض (طائفة قليلات الأشواك) بصفة رئيسية في التربة الرطبة ، أما الديدان البحرية (طائفة عديدات الأشواك) فإنها تعيش في بيئات بحرية متنوعة ، الديدان العلقية (العلقيات) تفضل المياه العذبة أو الأرض الرطبة .

العديد من الحلقيات حرة المعيشة ، والبعض يخفر أو يعيش في أنابيب ، بعض الحلقيات تعيش معيشة تكافلية مع حيوانات مائية أخرى والقليل منها متطفل . ديدان الأرض الشائعة معظمها صغيرة الحجم ، لا يتعدى طولها بضعة بوصات ، ولكن توجد في الأكوادور وأستراليا أنواع عملاقة يزيد طولها عن ٧ أقدام (متران) وقطرها بوصة واحدة (٢,٥ سم) ؛ وعلى النقيض من ذلك ، فإن أصغر الأنواع لا يتجاوز طولها ١ مم ، الحلقيات البحرية تتباين في الحجم ، من الدقيق إلى ثلاثة أمتار تقريباً . العلقيات تتراوح أطوالها من ١٠ إلى ٢٠٠ مم ، ولكن معظمها صغير الحجم .

٢٠ - ١ الخصائص

- ١ - التماثل جانبي ؛ الجسم طويل ذو تعقيل يميز خارجي وداخلي .
- ٢ - يوجد على كل عقلة أطراف بقصوص جانبية لحمية و/ أو قضبان أو أشواك كيتينية دقيقة (لا توجد في بعض الأنواع) .
- ٣ - الجسم مغلف بجليد رطب يظف طلائية غدية حسية .
- ٤ - يزود جدار الجسم والقناة الهضمية بطبقات من العضلات الدائرية والطولية ، تجويف الجسم (السيلوم) جيد التكوين (عدا العلقيات) وعادة مقسم بمجاذر .
- ٥ - القناة الهضمية كاملة ، أنبوية ، وتمتد بطول الجسم .

- ٦ - الجهاز الدورى مقفل ، به أوعية طويلة تمتد منها أفرع لكل عقلة ؛ بلازما الدم تحتوى على هيموجلوبين أو أصباغ تنفسية أخرى .
- ٧ - التنفس عن طريق الجلد ، أو الحياشيم فى بعض الأنواع التى تقطن الأنابيب .
- ٨ - الجهاز الإخراجى يتكون نموذجيا من زوج من التفريعات فى كل عقلة من عقل الجسم .
- ٩ - الجهاز العصبي يتكون من مخ ظهري أمامى (عقد عنية مزدوجة) يتصل بجبل عصبي بطني وسطي يمتد بطول الجسم ، وله عقد وتفرعات فى كل عقلة ، توجد خلايا لمس وتنوق وتميز الضوء .
- ١٠ - الجنسان متحدان والتكوين مباشر ؛ أو الجنسان منفصلان بطور يرق ؛ التكاثر بالتبرعم فى بعض الأنواع .

تشابه الحلقات مع مفصليات القدم فى الآتى : جسم مقفل مغطى بجليد تفرزه البشرة ، نمط الجهاز العصبي ، وطريقة تكوين الميزودرم . وتباين فى الآتى : بها تخصص أدنى فى عقل الجسم ، عدم وجود هيكل خارجى صلب ، وأطراف بسيطة غير معقدة ، تجويف جسم كبير (سيلوم) ، جهاز دموى مقفل ، وعدم وجود أطوار يرقية متتابعة .

طائفة قليات الأشواك

(ديدان الأرض ، إلخ .)

تضم هذه المجموعة ديدانا لها أشواك قليلة فى كل عقلة . دودة الأرض الشائعة فى أوروبا وشرق أمريكا الشمالية (لمريكس تيرسترس) هى المثال الذى يوصف فيما يلى .

٢٠ - ٢ الصفات الخارجية

الجسم اسطوانى (شكل ٢٠ - ١) ، قد يبلغ طوله ١٢ بوصة (٣٠ سم) وقطره $\frac{3}{8}$ بوصة (١ سم) ، ويميل إلى الاستدارة عند الطرفين ؛ السطح البطنى مفلطح قليلاً وأبته لوناً . لا يوجد رأس مميز . يقسم الجسم كله بيازيب عرضية مميزة إلى حوالى ١٥٠ (١١٥ - ٢٠٠) عقلة حلقية الشكل . يقع الفم فى العقلة الأولى (خلف الفص الأمامى مباشرة ، أو قبله) ، والشرج فى العقلة الأخيرة يوجد على العقل من ٣٢ إلى ٣٧ إنتفاخ غدى ، السرج ، الذى يفرز شرنقة لحفظ البيض يوجد على كل عقلة من عقل الجسم عدا الأولى والأخيرة أربعة أزواج من الأشواك الدقيقة ، تُفرز كل منها من خلية خاصة . كل شوكة لها القدرة على الإمتداد أو الإرتداد أو الحركة فى أى اتجاه بواسطة عضلات داخلية . وهذه الأشواك تساعد الدودة فى تثبيت نفسها عندما تكون داخل جحرها أو عندما تتحرك على الأرض . بالإضافة إلى الفم والشرج ، توجد على الجسم فتحات

خارجية صغيرة عديدة : (١) ثقب ظهرى يوصل تجويف الجسم بالخارج ويقع في كل ميزاب بين العقل (من العقلة ٨ أو ٩ إلى الطرف الشرجي) ؛ (٢) زوج من الفتحات الإخراجية ، أو القلوب الفردية وموقعه بطنى جانبي على كل عقلة (عدا العقل ١ - ٣ والعقلة الأخيرة) ؛ (٣) زوجان من الفتحات من المستودعات النوية وهي جانبية وتقع في الميزابين بين العقل ٩/١٠ و ١١/١٠ ؛ (٤) فتحتان لفتان البيض على السطح البطنى للعقلة ١٤ ؛ و (٥) فتحتان لفتان منويين على العقلة ١٥ .

يُغشى الجسم بجلد رقيق تفرزه البشرة ، ويتم ترطيبه بمادة مخاطية من غدد وحيدة الخلوية بالبشرة . يوجد تحت البشرة طبقة رقيقة من عضلات دائرية يلبها طبقة سميكة من عضلات طويلة . الإنقباضات المتناضضة والمتنوعة لهذه العضلات على الجسم المملوء بالسائل تُحدث أنواعاً عديدة من الحركات التي تُشاهد في الدودة الحية . لا يوجد هيكل .

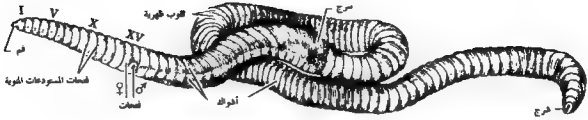
٢٠ - ٣ التركيب الداخلى

يتركب الجسم في دودة الأرض من أنبوبتين متداخلتين (أشكال ٢٠ - ٢ ، ٢٠ - ٣) هما جدار الجسم الخارجى والقناة الهضمية المستقيمة الداخلية . يوجد بين الأنبوبتين تجويف الجسم أو السيولوم ، وينقسم إلى سلسلة من حجرات حلقيّة الشكل بواسطة فواصل عرضية رقيقة ، أو حواجز ، بين العقل . يُطِن جدار الجسم وكذلك جميع الأعضاء الداخلية بطلاية ملساء رقيقة (البريتون) .

٢٠ - ٤ الجهاز الهضمي

يتركب من (١) فتحة الفم وتجويف الفم (العقل ١ - ٣) ؛ (٢) بلعوم قصير (العقل ٤ ، ٥) يحاط ببصلة متينة من ألياف عضلية وغدد ؛ (٣) مريء رفيع (العقل ٦ - ١٤) ؛ (٤) حوصلة كروية رقيقة الجدار (معدة أمامية ، العقل ١٥ ، ١٦) ؛ (٥) قانصة (العقل ١٧ ، ١٨) لها جدار عضلي سميك ومبطنة بجلد من الداخل ؛ و (٦) أمعاء طويلة تمتد إلى (٧) الشرج . الأمعاء رقيقة الجدار وتنتفخ جانبياً في كل عقلة ، ويوجد بها ثنية ظهرية للداخل ، التفلوسول ، وهنا التفلوسول مع الانتفاخات تكون سطحاً إضافياً لهضم وامتصاص الغذاء .

يتكون غذاء دودة الأرض أساساً من أوراق النباتات . يربط الغذاء بإفرازات من البلعوم ثم يسحب داخل الفم بواسطة حركات عضلية . يخزن الغذاء لبعض الوقت في الحوصلة ، ثم يطحن في القانصة العضلية بمساعدة حبات الرمل الموجودة بها . يهضم الغذاء بواسطة إنزيمات تفرزها الطلاية الهضمية للأمعاء ، ثم يمتص بعد ذلك . تمر البقايا غير المهضومة إلى الخارج عن طريق الشرج . قد تأكل الدودة بعض الحيوانات الصغيرة التي تصادفها على الأرض ، كما تتغذى أيضاً على المواد العضوية الموجودة في التربة التي تبتلعها أثناء حفرها لجحر جديد .



شكل ٢٠ - ١ : دودة الأرض ، لامبريكس ترستريس (طائفة قليلات الأشواك) ، الصفات الخارجية .
١٥ - ١ : عقل .

٢٠ - ٥ الجهاز الدوري والجهاز التنفسي

يتركب الدم من بلازما سائلة تحتوى على صبيغ تنفسى ذائب (هيموجلوبين ، يعطى الدم لوناً أحمر) ، وكريات حرة عديمة اللون (خلايا أميبية) . يسرى الدم فى جهاز مقفل من الأوعية الدموية . الأوعية الطولية الرئيسية هى :

(١) الوعاء الظهرى ، يمتد فوق القناة الهضمية من البلعوم إلى الطرف الخلفى ؛ (٢) الوعاء البطنى ، يمتد بين القناة الهضمية والحبل العصبى ؛ (٣) الوعاء العصبى الجانبى ، يمتد على كل جانب من جانبي الحبل العصبى ؛ (٤) الوعاء التحتعصبي ويمتد أسفل الحبل العصبى . تحتوى كل عقلة على أوعية عرضية مزدوجة فى جدار الأمعاء وجدار الجسم . يصل بين الوعائين الظهرى والبطنى خمسة أزواج من القلوب فى العقل ٧ إلى ١١ . تقبضات الوعاء الظهرى والقلوب تسبب تدفق الدم .

لا يوجد جهاز تنفسى منظم . يستقبل الدم الأوكسجين ويعطى ثانى أكسيد الكربون ، ويتم ذلك فى الشعيرات الدقيقة الواقعة مباشرة تحت الجليد الرطب الذى يغطى البشرة . يتحد الأوكسجين بالهيموجلوبين الذى ينقله إلى الأنسجة المختلفة . يسرى الدم للأمام فى الوعاء الظهرى وللخلف فى الأوعية البطنية

٢٠ - ٦ الجهاز الإخراجى

يوجد فى كل عقلة من عقل الجسم (عدا الثلاثة الأولى والعقلة الأخيرة) زوج من الأعضاء الإخراجية الأنبوبية الملتفة أو التفريعات (شكل ٢٠ - ٤) . تمتد كل تفريفة فى عقلتين متتاليتين . تبدأ التفريفة بقمع مهذب (فم التفريفة) يقع فى العقلة الأمامية قبل الحاجز مباشرة ، يل القمع قناة تخترق الحاجز إلى العقلة الخلفية ثم تلتف وتزود جيداً بشعيرات وتنتهى بمثانة كبيرة تفتح للخارج بفتحة إخراجية (ثقب تفريدى) . أهذاب القمع تجمع الفضلات من السيولوم ، كما تنتقل الفضلات

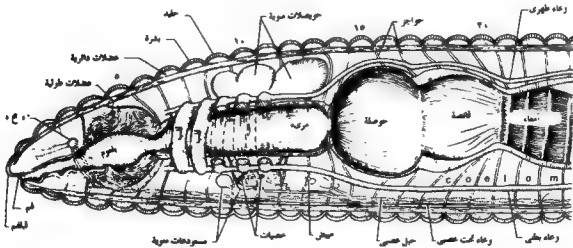
العضوية من الشعيرات الدموية إلى النفريلة بطريق الإلتشار . تمر هذه الفضلات بعد ذلك إلى الخارج عن طريق الفتحة الإخراجية .

٢٠ - ٧ الجهاز العصبي (شكل ٢٠ - ٥)

يقع المخ فوق البلعوم وهو مكون من عقدتين فوقلعميتين (تخينين) ؛ يمتد من المخ وصلتان جانبيتان تحيطان بالبلعوم ثم تتصلان بالحبل العصبي البطنى الوسطى . يمتد الحبل العصبي خلفاً نحو الطرف الخلفى ، ويوجد به فى كل عقلة عقد عصبية منتفخة وثلاثة أزواج من الأعصاب الجانبية . يبدو الحبل والمقد كأنها فردية ولكنها فى الواقع تراكيب مزدوجة . تمتد أعصاب عديدة من المخ إلى منطقة الفم والطرف الأمامى للجسم . تحتوى البشرة على أعضاء حس ، كل يتكون من خلية حسية خاصة تبرز خلال البشرة ، كما توجد أيضاً خلايا تميز الضوء .

٢٠ - ٨ الجهاز التناسل

يوجد بكل فرد أعضاء جنسية ذكرية وأنثوية (شكل ٢٠ - ٦) . الجهاز الذكري يشمل (١) زوجين من الخصيات الصغيرة ، يوجد خلف كل منها (٢) قمع منوى يتصل (٣) بقنية صادرة قصيرة . تتحد القنيتان على كل جانب ليكونا (٤) قناة ناقلة كبيرة تؤدى إلى (٥) ثقب ذكرى على العقلة ١٥ . توجد الخصيات والأقماع داخل (٦) زوجين من الحويصلات المنوية الكبيرة التى تبقى فيها الميائات حتى يتم نضجها ، وتطلق بعد ذلك أثناء الجماع . الجهاز الأنثوى

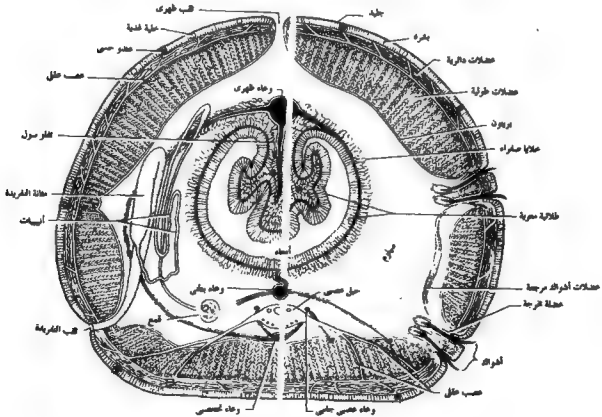


شكل ٢٠ - ٢ : دودة الأرض . التركيب الداخلى للجزء الأمامى من الجهة اليسرى ؛ جدار الجسم والقناة الهضمية ميثاق بقطاع وسطى ؛ مئين أيضا قلابان فى مكانهما ، التفريقات محفوفة ؛ الأعضاء التناسلية للجانب الأيمن مينة . العقل : ١ - ٢٠

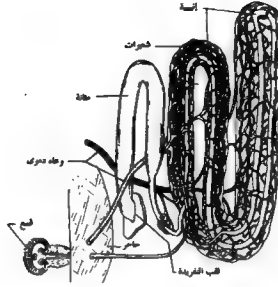
المزدوج يتركب من (١) مبيضين يطلقان البيض الناضج في تجويف الجسم ، ثم يتم جميع البيض بواسطة (٢) قمعين مهديين يؤديان إلى (٣) فتاق البيض اللذين يفتحان للخارج على العقلة ١٤ . يتضمن الجهاز الأنثوي أيضا (٤) زوجين من مستودعات منوية كروية صغيرة (تفتح في الفتلتين ٩ و ١٠) هذه المستودعات تستقبل الحيوانات المنوية أثناء الجماع وتخزنها إلى أن يُحتاج إليها عند تلقيح البيض في الشرقة .

٢٠ - ٩ تاريخ طيحي

تنتشر ديدان الأرض في معظم أنحاء العالم ، وتكثر بصفة خاصة في التربة الجيدة الغنية بالذبال وذات الرطوبة العالية . وهي تقطن في جحور تحمها من التقلبات الجوية والحيوانات المفترسة ، ويمكنها أن تخترق التربة لأعماق تصل إلى ٦ أو ٨ أقدام (١,٨ - ٢,٤ متراً) من السطح وبذلك تتجنب الحرارة والبرودة القصوى وكذلك الجفاف . وفي التربة الطينية الثقيلة تشق الدودة طريقها بابتلاع الطين . يمر الطين خلال القناة الهضمية ثم يوضع عند السطح على شكل كتل صغيرة أو



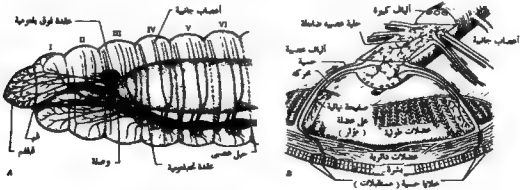
شكل ٢٠ - ٣ : دودة الأرض . قطاع عرضي . النصف الأيسر بين غفيرة كاملة وقبة طهرية ولكن الأذواك مخلوقة ؛ النصف الأيمن يتضمن الأذواك ولكن الغفيرة غير موجودة .



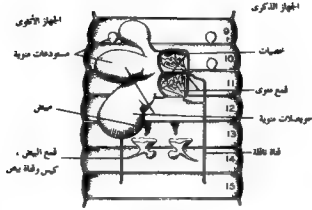
شكل ٢٠ - ٤ : عضو إخراجي لدودة الأرض ، نفريلة كاملة ، مكبرة

طرح . في الطبقة السطحية الرخوة للتربة أو الدبال تشق الدودة طريقها بين دقائق التربة .

في التربة الرطبة ذات الحرارة المعتدلة ، تستلقي الدودة بالقرب من الطرف العلوي للجحر أثناء النهار ، بحيث يكون طرفها الأمامي لأعلى . ولكنها تنشط أثناء الليل ، فيبرز طرفها الأمامي خارج الجحر للاستكشاف ، للبحث عن الطعام أو للتزاوج ، ولكن أشواك العقول الخلفية للجسم تثبت نفسها داخل الجحر ، وبذلك يمكن للدودة أن تترد بسرعة داخل الجحر إذا أحسست بالخطر . ومن



شكل ٢٠ - ٥ : دودة الأرض . الجهاز العصبي . (أ) العقد والأعصاب الكبيرة للطرف الأمامي : (ب) رسم مجسم للجهاز العصبي البطني وجدار الجسم مبنياً قوساً عصبياً بسيطاً . الخلايا الحسية (مستقبلات) للبرشة تعمل بالألياف حسية تمر في عصب جانبي إلى الحبل العصبي ؛ المخور الحسي يتصل بعصب محرك من خلال تشابك عصبي ويؤدي إلى عضلات الجسم (مؤثر) . تبن الأسهم إتجاه السيلات الحسية .



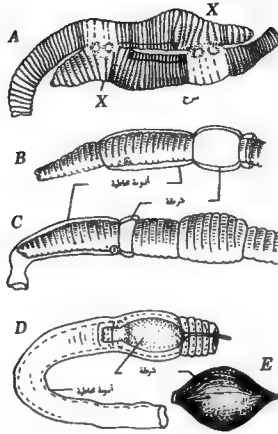
شكل ٢٠ - ٦ : الجهاز التماسي لدودة الأرض ، منظر ظهري (الأجزاء الأخرى مخفية) . الطويصلات المنوية مزالة على الجانب الأيمن .

حين لآخر ، تترك الدودة جحرها كلية ، وتنقل على سطح الأرض . عندما تغمر التربة بالفيضانات أو بالأمطار الغزيرة فإن العديد من الديدان تبرز من جحورها .

ينبت التجارب أن ديدان الأرض تستجيب سلباً للضوء والجفاف وإيجابياً للتلامس ، وخاصة على التربة ، وللرطوبة . وهي حساسة للذبذبات الآلية كخطوات الأقدام على الأرض ، ولكن من الواضح أنها لا « تسمع » الذبذبات الصوتية البسيطة في الهواء . ديدان الأرض تبقى مختفية من ضوء النهار ، وهي تنسحب بسرعة إلى جحورها إذا سلط عليها ضوء أثناء الليل . إذا أخرجت الديدان للسطح عند قلب تربة الحديقة بجاروف ، فإنه يلاحظ أنها تتحرك بسرعة بحثاً عن الظلام والرطوبة داخل التربة .

٢٠ - ١٠ . التكاثر

تتكاثر ديدان الأرض معظم السنة ، غير أن معدل التكاثر يزداد بدرجة كبيرة عندما يكون الجو دافئاً ورطباً . يتم التزاوج ليلاً ويستمر لساعتين أو ثلاث . تبرز دودتان من جحرهما وتلتصقان بسطحيهما البطنين ، بحيث يكون طرفاهما الأماميان في اتجاه مضاد (شكل ٢٠ - ٧) . تحترق أشواك بطنية خاصة لكل دودة جسم الدودة الأخرى مما يساعد على زيادة الالتصاق بين الدودتين . تفرز كل دودة بعد ذلك أنبوبة مخاطية حول نفسها . تتبادل الدودتان الحيوانات المنوية . تخرج الحيوانات المنوية من عقلة ١٥ لدودة وتنقل في ميازيب بطنية على الجسم إلى المستودعات المنوية للدودة الأخرى ، وبذلك يحدث تلقيح خلطي متبادل . تنفصل الدودتان بعد ذلك ، ثم يفرز السرج لكل دودة شرنقة يدخل فيها البيض ، وعندما تنزلق الشرنقة للأمام تنتقل إليها الحيوانات المنوية من المستودعات المنوية ، ويتم تلقيح البيض . تنزلق الدودة تماماً من الشرنقة ، التي تغفل مكونة محفظة . تترك هذه المحفظة في أرض رطبة . تتكون الديدان الصغيرة مباشرة خلال عدة أسابيع .



شكل ٢٠ - ٧ : دودة الأرض . التزاوج والشرقة . (أ) تزاوج دودتين أرضيتين (× = العقلة ١٠) .
 (ب) إغراز الأنبوبة المحاطة والشرقة . (ج) الأنبوبة المحاطة والشرقة تنزلقان للأمام . (د) أنبوبة سائبة تحوى عل
 شرقة . (هـ) شرقة . (أ ، عن جروف ، ١٩٢٥ ، ب - د ، عن فوت وسفرويل ، ١٩٠٢)

٢٠ - ١١ العلاقات بالإنسان

تُستعمل ديدان الأرض كطعم لصيد الأسماك ، وهناك مزارع تجارية لتربية ديدان الأرض لهذا الغرض . وفي المروج وملعب الجولف الخضراء يكون طرح الدودة مصدراً للإزعاج ، لذلك تستخدم السموم في القضاء عليها .

وفي الطبيعة ، يكون للتأثيرات طويلة الأمد لديدان الأرض أهمية خاصة . وفي العديد من أنواع التربة ، يوجد بالأكبر (أقل من فدان) الواحد آلاف من ديدان الأرض ، وعمليات الحفر التي تقوم بها هذه الديدان معظم السنة تقلب الطبقة السطحية للتربة . وطبقاً لما ذكره تشارلز داروين ، فإنه في الأماكن الملائمة يمكن لديدان الأرض أن ترفع إلى السطح ١٨ طنّاً من التربة لكل أكر في العام الواحد ، ويمكن أيضاً أن تغطي طبقة رماد أو حصى تماماً بطرح الدودة خلال بضعة سنوات . وفي

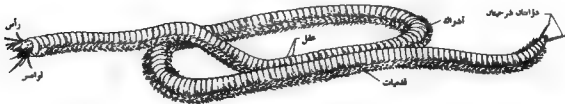
الحالات القصوى ، قد تتسبب الجحور في تسرب المياه من قنوات الري أو تزيد من تفتت التربة في الأراضي المنحدرة ، ولكن بصفة عامة ، تساعد الديدان في الزراعة ، وذلك بأن تعمل على قلب سطح التربة وتخلل الهواء والماء فيها . ومما لا شك فيه ، أن عمق الطبقة السطحية للتربة الصالحة للزراعة في المناطق الأقل خصوبة يزداد تدريجياً بتأثير ديدان الأرض . وهناك اعتقاد سائد ، إنه إذا زودت التربة في الحدائق والبساتين بديدان إضافية ، فإن ذلك يؤدي إلى تزايد سريع في خصوبة التربة ، ولكن هذا الاعتقاد خاطيء .

٢٠ - ١٢ قليلات أشواك أخرى

تضم هذه الطائفة ما يزيد على ٢٤٠٠ نوع ، وهي تعيش في شواطئ البحيرات الرطبة ، المياه العذبة والملوثة ، أو في قاع البحيرات العميقة ، والقليل منها يعيش على شواطئ البحار أو في المياه المالحة الصحلة . يقطن البعض في الجبال المرتفعة أو في المناطق الجليدية بالقطب الشمالي . العديد من قليلات الأشواك تكون غذاءً للطيور والحلذ والأسماك وبعض اللاقاريات . ديدان الأرض تعتبر عوائل متوسطة لعدد قليل من طفيليات الدواجن المنزلية والخنزير .

طائفة عديدة الأشواك (ديدان بحرية)

عديدات الأشواك حيوانات شائعة في البيئة البحرية ، البعض منها حر المعيشة والبعض الآخر يعيش في أنابيب في الرمل أو في الطين . دودة المحار (نيانشي ، فيرنسي ، شكل ٢٠ - ٨) تعتبر مثلاً شائعاً لعديدات الأشواك حرة المعيشة . شكل ٢٠ - ٩ هو صورة لدودة من عديدات الأشواك تعيش في أنبوبة .



شكل ٢٠ - ٨ : دودة المحار ، نيانشي فيرنسي (طائفة عديدة الأشواك) . الصفات الخارجية .

٢٠ - ١٣ التركيب والتاريخ الطبيعي

الجسم طويل رفيع مائل إلى الإخضرار ، مكون من عقل متشابكة عديدة ، وهو مستدير لأعلى ومفلطح بطنياً . وبمكس دودة الأرض ، يوجد لهذه الدودة رأس مميز يحمل لوامس رخوة ، وزوجين من الأعين ، وفماً (شكل ٢٠ - ١٠) به فكوك . يوجد على كل جانب من جانبي العقلة قديمة ذات فصين ، تحمل حزمة من الأشواك .

يغطي الجسم بجلد متين فوق البشرة ؛ يلي البشرة للداخل طبقة رقيقة من العضلات الدائرية ثم أربع حزم من العضلات الطولية (شكل ٢٠ - ١١) . يُبطن تجويف الجسم أو السيلوم بالبريتون ، وهو مقسم إلى حجرات بواسطة حواجز عرضية . القناة الهضمية تشمل الفم ، البلعوم ، المريء والمعدة - الأمعاء ، لا توجد حوصلة أو قانصة المنطقة البلعومية يمكنها البروز خارج الفم



شكل ٢٠ - ٩ : دودة حلقية قاطعة أنابيب بحرية (سابلد) منزوعة من مسكها ، ذات لوامس ريشية غياشيم) على الطرف الأمامي .

أما الإخراج فيتم بواسطة أزواج عديدة من النفريديات . الجهاز العصبي يشمل : عفا ، أعصاب للرأس واللوامس ، وصلات للحبل العصبي البطني الوسطى ، وعقداً وأعصاباً في كل عقلة .

الجنسان منفصلان ، وتوجد المناسل أثناء فصل التزاوج فقط . يتكون البيض والحويوانات المنوية على اليربوتن ، وعندما يتم الفسج تنطلق للخارج عن طريق النفريديات أو بإختراق جدار الجسم . يتم التلقيح في ماء البحر ، وتتكون يرقة مهدبة دقيقة تتحول فيما بعد إلى دودة صغيرة .

تعيش أنواع قليلة من عديدات الأشواك في الماء العذب ، ولكن الغالبية العظمى حيوانات بحرية ، وهي تنتشر من مناطق المد والجزر إلى الأعماق البعيدة . تتباين هذه الديدان في معيشتها ، قد تزحف على القاع ، أو تسبح حرة في عرض البحر ، أو تعيش بين الصخور أو النباتات أو في جحور ، أو تقطن داخل أنابيب دائمة . عديدات الأشواك التي تسبح حرة في الماء تكون غالباً آكلة لحوم ، بعض الأنواع الحفارة تتغذى على النفايات العضوية بالقاع ، أما قاطعات الأنابيب فإنها تتغذى أساساً على البلاتكتون .

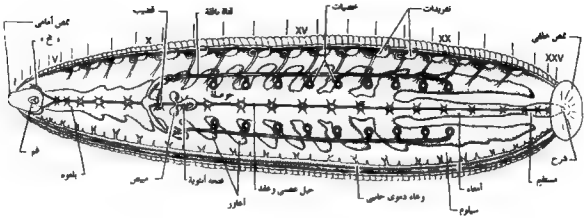
قاطعات الأنابيب تبني لنفسها أنواعاً مختلفة من المساكن . البعض يستخدم حبات الرمل أو قطعاً صدفية في بناء الجدران ثم يلبسها بمادة مخاطية ، البعض الآخر يفرز أنابيب جنية ملتصقة بالصخور . الكيمبروس تصنع لنفسها أنبوبة شبيهة بالرق لها شكل U في القاع الطيني أو الرمل ، وجسم الدودة له قديمات تخصصية تعمل كمراوح لسحب الماء المحمل بالغذاء والإكسجين للداخل . دودة البالولو (إيونيس) تبني جحورها في الشعاب المرجانية . في وقت التزاوج ، يترك الذكر والإنثى جحورهما ويسبحان ليلاً ، تنفصل عقل الجسم الحلقية المحملة بالبيض أو بالحويوانات المنوية ، وتنطلق منها الجاميتات .

طائفة العلقيات Class Hirudinea (الديدان الحلقية)

الديدان الحلقية مألوفة لمعظم الدارسين لأن التاريخ يروي قائمتها الطيبة في عمليات القصد (سحب الدم) منذ زمن بعيد في الولايات المتحدة وفي القرن التاسع عشر في أوروبا .

٢٠ - ١٤ التركيب .

جسم العلق رفيع أثناء الراحة أو ييضوى ومفلطح ظهراً لبطن (شكل ٢٠ - ١٢) ، ويتضمن ٣٤ عقلة (٧ أو ٨ عقد متدحمة مما مكونة محصاً خلفياً) ، ولكن كثيراً من الشقوق تميز السطح الخارجي . يوجد محصان أمامي وخلفي ، ولكن لا توجد أشواك على الجسم المغطى بجليد . الجهاز



شكل ٢٠ - ١٢ : العلق الطلي ، هيرودو مديسينالس (طائفة العلقيات) . التركيب الداخلي كما يظهر في الشريح من السطح البطني

العضل قوى وفعال وهو يعطى الحيوان مرونة كبيرة ، كما يسمح له بالإنقباض والإنقباض والإنقباض .

الجهاز الهضمي يتضمن (١) الفم ويحيط به المص الأمامي ؛ (٢) البلعوم ؛ (٣) مريء ؛ (٤) حوصلة لها جيوب جانبية مزدوجة (أعور) ؛ (٥) أمعاء رفيعة ؛ (٦) مستقيم قصير ؛ و (٧) الشرج ويفتح قبل المص الخلفي .

الجهاز الدوري مقفل ، يسرى الدم بفعل الأوعية الدموية النابضة ، الشعيرات التي توجد أسفل الجليد تعمل كأعضاء تنفسية . يتم الإخراج بواسطة نفريديات مزدوجة وهي أقل عدداً عما في دودة الأرض ، كما أنها تختلف في التركيب . تجويف الجسم ضامر جداً ويحتوى على مناسل دائمة ، زوج من المبايض ، وخصيلات عديدة . الجنسان ممتثلان في كل فرد ، ويوجد عضو جماع ومهيل أيضاً في التفريجات التناسلية البطنية الوسطية . العلق له تراكيب حسية أكثر مما في الحلقيات الأخرى .

٢٠ - ١٥ تاريخ طبيعى

تعيش العلقيات أساساً في المياه العذبة أو في التربة الرطبة ، ومنها أنواع قليلة بحرية . البعض قمام والبعض الآخر مفترس . وهناك أنواع تغذى على دم المقاريات ، من الأسماك إلى الإنسان ، وهي أكثرها أهمية وشيوعاً . هذه العلقيات تثبت نفسها بواسطة المصصات وتنقب جلد العائل . يقرز العلق إنزيمياً لعائياً يمنع تجلط دم العائل ، ويمكن للعلق أن يمتص أضعاف ورتة من دم العائل . يتخزن الغذاء في الحوصلة القابلة للتمدد ، ثم يهضم ببطء وتستمر عملية الهضم لفترة طويلة تصل إلى عدة شهور .

يتم التكاثر بالجماع والتلقيح المتبادل ، أو بوضع محفظة منوية على سطح الجسم الخارجي من علق
 لآخر . معظم الأنواع تنتج شرائق تحتوي على بيض ملقح ، وتضعها بعد ذلك في الماء أو في الأرض حتى
 يفقس البيض وتخرج الصغار ؛ لا يوجد طور يرقي .

توجد العلقيات بكثرة في بعض المناطق ، وتعتبر خطراً على الحيوانات الفقارية والإنسان .

مراجعة

- ١ - ما هي الصفات التركيبية الجديدة التي تظهر لأول مرة في الديدان الحلقية ؟
- ٢ - ما هي الصفات التركيبية المميزة التي توجد في الديدان المخاطية ولا توجد في ديدان الأرض ؟
- ٣ - كيف تتغذى دودة الأرض ؟ وماذا تأكل ؟ ما هي التحورات التركيبية التي تتلائم مع هذا النوع من الغذاء ؟
- ٤ - ما هي أوجه الاختلاف بين الأجزاء الرئيسية للجهاز العصبي لكل من دودة الأرض والصفدع ؟
- ٥ - هل ديدان الأرض مفيدة أم ضارة ؟ أذكر الأسباب .
- ٦ - كيف يتم التلقيح في ديدان الأرض ؟
- ٧ - العديد من الديدان البحرية تنبت لنفسها أنابيب تعيش فيها . أذكر بعض مزايا طريقة المعيشة هذه .
- ٨ - أذكر أوجه الاختلاف من الناحية التركيبية بين الحلقيات وديدان الأرض . ما هو الغذاء الشائع للحلقيات ؟ ما هي التحورات التركيبية والوظيفية التي توجد بالحلقيات حتى تستخدم مثل هذا الغذاء ؟

الفصل الحادى والعشرون

الحيوانات مفصلية القدم

تضم شعبة مفصليات القدم أكثر من ٩٠ في المائة من الأنواع الحيوانية المعروفة ، أو ما يقرب من ٩٥٠,٠٠٠ نوع . وهى تشمل السرطانات والشرميات والأطوموات وقشريات أخرى (طائفة القشريات) ؛ الحشرات (طائفة الحشرات ؛ فصل ٢٢) ؛ العناكب والعقارب والقراد ، إلخ (طائفة العنكبويات) ؛ دوات المائة رجل (تحت طائفة الكيلوبودا) ؛ ذوات الألف رجل (تحت طائفة الدبلوبودا) ؛ بالإضافة إلى بعض الأنواع الأخرى الأقل شيوعاً والحفرية .

الجسم معقل خارجياً بدرجات متفاوتة ، والأطراف مفصلية ؛ وكلاهما يتباهيان من حيث الشكل والوظيفة بين مختلف أنواع مفصليات القدم ، حيث يتفقان مع طرق المعيشة (شكل ٢١ - ١ ، وجدول ٢١ - ١) . تغطى جميع الأسطح الخارجية ببيكل خارجى عضوى . الجهاز العصبى ، الأعين ، وأعضاء الحس الأخرى تكون عادة جيدة التكوين ، ولها القدرة على الاستجابة السريعة للمؤثرات . مفصليات القدم هى الشعبة اللافتقارية الوحيدة التى تضم أنواعاً عديدة لها القدرة على المعيشة على الأرض بعيداً عن البيئة الرطبة ؛ والحشرات هى اللافتقاريات الوحيدة التى يمكنها الطيران .

الأنواع المختلفة من مفصليات القدم تعيش فى مختلف البيئات ، وبعض الأنواع توجد بأعداد هائلة . القليل من الأنواع توجد على أعماق بعيدة فى البحار تصل إلى ٣٥,٠٠٠ قدم (١٠,٦٠٠ متر) ، والبعض يوجد على ارتفاع ٢٠,٠٠٠ قدم (٦,١٠٠ متر) فى المناطق الجبلية . تعيش مفصليات القدم فى الهواء والأرض ، والترية ، والمياه العذبة والملحة ونصف الملحة . بعضها طفيلية على النباتات والبعض الآخر يعيش على حيوانات عديدة أو بداخلها . العديد يعيش فى جماعات ؛ النمل الأبيض ، النحل ، الدبابير والنمل وغيرها لها حياة إجتماعية منظمة ويتم توزيع العمل بين الأفراد .

السرطانات ، جراد البحر والشرميات تستخدم غذاء للإنسان ، والقشريات الصغيرة تكون الأساس فى السلاسل الغذائية المائية ، والحشرات والعناكب تتغذى عليها ققاريات أرضية . تعتبر الحشرات هى المنافس الرئيسى للإنسان فى المحاصيل ، الأغذية المخزونة ، الملابس وغيرها من

المستززمات ، على الرغم من أن بعض الأنواع نافعة للإنسان . بعض الحشرات والقراد والحلم تقل الأمراض للإنسان وحيواناته المستأنسة ومحاصيله الزراعية .

يحول الهيكل الخارجى دون زيادة حجم مفصليات القدم ، يمتد السرطان اليابانى إلى ١٢ قدماً (٣,٦ متراً) بأقدامه الرقيقة ، جراد البحر الأتلاتنى يصل طوله إلى ٢٤ بوصة (٦٠ سم) ، لكن لا توجد حشرة حية يتعدى طولها ١١ بوصة (٢٨ سم) . أصغر مفصليات القدم حجماً يقل طوله عن ١ مم .

٢١ - ١ الخصائص

١ - التماثل جانبي ؛ الجسم مقسم إلى قطع بدنية أو عقل تتجمع في رأس وصدر وبطن (متميزة أو مندمجة) .

٢ - يوجد زوج واحد من الأطراف في كل عقلة (أو لا يوجد) ، يتركب كل طرف من قطع مفصلية ركازية (١) عديدة أو قليلة وعضلات متضادة : الأطراف بصفة عامة متخصصة ، وأحياناً تكون ضامرة ، ونادراً ما تكون غالية .

٣ - الهيكل الخارجى يحتوى على كيتين وغالباً ما يكون صلباً ويسلخ على فترات .

٤ - العضلات عديدة ومتباعدة ، مكونة من ألياف مخططة ، وهى سريعة الحركة .

٥ - القناة الهضمية كاملة ، أجزاء الفم لها فكيوك ما ضفة أو من النوع الماص ، الشرج و نهاية الجسم .

٦ - الجهاز الدورى مفتوح (مُحفر) ؛ القلب ظهري متصل بشرايين ، لا توجد أوردة ؛ السيلوم مختزل .

٧ - التنفس متوع ، بالحياشيم ، القصبات (قنوات هوائية) ، الرئات الكتائية أو سطح الجسم .

٨ - الإخراج بالغدد الحرقية أو الخضراء أو بأنابيب مليجي على المعى وعددها ٢ أو أكثر .

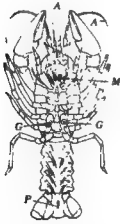
٩ - الجهاز العصبي يتركب من مخ أمامى (عقد عصبية) متصل بخيال عصبية بطبية مردوجة لها أعصاب في كل عقلة جسمية أو عقدة مركزة في الأمام ؛ توجد أعضاء حس للإبصار ، اللمس ، التذوق والشم .

١٠ - الجنسان منفصلان عادة ؛ وغالباً غير متشابهين ، التلقيح غالباً داخلي ؛ البيض مزود بمع ؛ يوجد طور يرق (حورية) واحد أو أكثر ؛ التكاثر البكرى يوجد في بعض القشريات والحشرات

(١) للترجيح ، أقسمه أو عقل الأطراف يطلق عليها اسم « قطع مفصلية » ثلاثة القطيع المفصلية . إغ

جدول ٢٩ - ٩ : شعبة مفصليات القدم ، الخصائص العامة للمجموعات الرئيسية

القشريات	الحشرات	العنكبوتات	كليبورا	ديلوپورا
أقسام الجسم	عادة رأس صدر رأس ، صدر و بطن	عناكب إغ رأس صدر و بطن	دوات ثلاثة رجل رأس و جسم طويل	دوات الألف رجل رأس ، صدر و بطن طويل
قرون الاستشعار أجزاء القدم	زوجان فكوك أمامية ، فكوك خلفية	لا توجد قرون كلابية أقدام لاسعة	زوج واحد فكوك أمامية فكوك خلفية	زوج واحد فكوك أمامية فكوك خلفية
الأرجل	زوجان أرجل فككة زوج واحد لكل عطفة ، أو لكل الخيالسم أو سطح الجسم	زوج واحد ٣ أزواج على الصدر ، (١ - أحذبة) فكبات	زوج واحد ٤ أزواج على الرأس صدر لكل عطفة	٢ (أو ١) زوج لكل عطفة
الأنفوس بواسطة	٢ ، الجزء الخلفي للصدر	١ ، الهبة الظن	١ ، الهبة الظن	١ ، الهبة الثالثة بالقرب من الرأس
القصبات الجنسية	٢ ، الجزء الخلفي للصدر	١ ، الهبة الظن	١ ، الهبة الظن	١ ، الهبة الثالثة بالقرب من الرأس
المكونين	ير بأطوار يرقية عادة	ير بأطوار يرقية عادة	ير بأطوار يرقية عادة	ير بأطوار يرقية عادة
البيئة الرئيسية	المياه العذبة أو المنطقة ، القليل على الأرض	مسطحتها أرضية	مسطحتها أرضية	جميعها أرضية



جراد الماء
لقشريات



حشرات
حشرات



عنكبوتات
عنكبوتات



دوات ثلاثة رجل
كليبورا



دوات الألف رجل
ديلوپورا

شكل ٢٩ - ٩ : شعبة مفصليات القدم . أمثلة للمجموعات الخمس الرئيسية ، منظر بطى ، بين أقسام الجسم ، العنكبوت ، الأطراف بأجزائها ، وضعان الجسم . (أ) ، قرون الاستشعار ؛ ف ، القدم ؛ ش ، الشرج ؛ ج ، القصبة الجنسية .

٢١ - ٢ التصنيف

نظراً لوجود أعداد كبيرة من مفصليات القدم ، فإنه من الأنسب أن نحدد أولاً الأقسام التصنيفية الكبيرة ، حتى يكون هناك إطار عام ترتب فيه الأنواع المختلفة . تصنف الشعبة إلى ثلاث تحت شعب رئيسية ، التريلوبيتا ، ذوات القرون الكلاسية ، وذوات الفكوك . التريلوبيتا جميعها منقرضة ، ولكن من المحتمل أنها كانت تمثل مفصليات القدم الأكثر بدائية ، لا يوجد بها أطراف رأسية متخصصة . تتباين ذوات القرون الكلاسية عن ذوات الفكوك في إتجاهين أوليين : ذوات القرون الكلاسية لا يوجد بها قرون إستشعار وأطرافها الأولى بمقدمة الجسم تكون قرونا كلاسية شبيهة بالملقاط . ذوات الفكوك جميعها لها قرون إستشعار وهي الأطراف الأولى بمقدم الجسم . تضم ذوات القرون الكلاسية طائفتين صغيرتين من الكائنات البحرية ، بيكتوجونيدا وميوسوماتا ، ولكن غالبية ذوات القرون الكلاسية تتبع طائفة العنكبيات (العناكب ، القراد والحلم) . تعتبر ذوات الفكوك أكبر تحت شعبة وتتبعها طائفتان رئيسيتان : القشريات والحشرات . تتميز القشريات عن الحشرات بوجود زوجين من قرون الاستشعار على الرأس . للحشرات زوج واحد فقط . طائفة الميريابودا تتميز بوجود زوج واحد أو زوجين من الأرجل في كل عقلة من عقل الجسم .

٢١ - ٣ الجليد والكتين

تُغطى مفصليات القدم بهيكل خارجي متضمناً جليداً ، وبه ثقبوب وألياف ، وتفرزه البشرة . ومن أهم مكونات الجليد ، الكيتين ، وهو مادة عضوية مركبة ، لا تذوب في الماء ، القلويات ، الأحماض المخففة أو العصارات الهاضمة للعديد من الحيوانات . يغطي الجليد جميع الأجزاء الخارجية ، كما يطن الملى الأمامي والملى الخلفي ، التراكيب التنفسية ، وقنوات الغدد السطحية . في الأنابيب القصية والخياشيم ، يكون الجليد رقيقاً جداً حتى يسمح بتبادل الغازات . الجليد قد يكون رخواً ومرناً على الجسم والأطراف (يرقات عديدة) أو صميكا وصلباً (الخنافس وغيرها) ، وقد تزداد صلابته بترسب مواد جيرية (العديد من القشريات وذوات الألف رجل) . يكون الجليد مرناً عند المفاصل ليسمح بالحركة . وبصفة عامة ، فإن الهيكل الخارجي يحمي الأعضاء الداخلية ، كما تتصل به العضلات ، ويكون أيضاً ركائز ودوافع للأجزاء المتحركة . في الأنواع الأرضية ، يعمل الهيكل الخارجي على الحد من فقد الماء وسوائل الجسم . الهيكل الخارجي درع صلب ، لذلك لا بد أن يحدث إنسلاخ دورى حتى يمكن للحيوان مفصل القدم أن يزداد في الحجم . يحدث الانسلاخ عدة مرات أثناء حياة الحيوان ؛ ينمو غطاء جديد ، أما الغطاء القديم فإنه ينشق وينسلخ منه الحيوان ، يزداد حجم الحيوان قليلاً ، ثم يتصلب الهيكل الخارجي الجديد .

طائفة القشريات

تضم القشريات الشرمبات ، السرطانات ، جراد الماء ، اللوبستر ، الأطومات ، وذوات القرى .

معظم الأنواع بحرية ، ولكن البعض يعيش في المياه العذبة ، والبعض الآخر كبق الحزير يقطن الأماكن الرطبة على الأرض . معظم القشريات حرة المعيشة وإنفرادية ، القليل منها يعيش في جماعات ككونة أسراباً ضخمة . توجد أيضاً بعض الأنواع التي تعيش معيشة تكافلية أو متطفلة .

٢١ - ٤ الخصائص

١ - الرأس مكون من ٥ عقل مندمجة ، يحمل زوجين من قرون الاستشعار ، زوجاً من الفكوك الأمامية ، وزوجين من الفكوك الخلفية ؛ الصدر مميز أو ملتحم بشكل متباين ؛ العقل البطنية مميزة عادة ، تنتهي بلويل ؛ يوجد غالباً درع (درقة) يغطي الرأس وجزءاً من الصدر ؛ الأطراف متنوعة التحور .

٢ - التنفس عادة بالخياشيم .

٣ - الإخراج يتم بواسطة زوج أو زوجين من القدد الخضرء ؛ لا توجد أنابيب مليمي

٤ - الجنسان منفصلان عادة ؛ الفتحات الجنسية غالباً مزدوجة ؛ الأنثى تحمل البيض غالباً ؛ أنواع قليلة تتكاثر بكرباً .

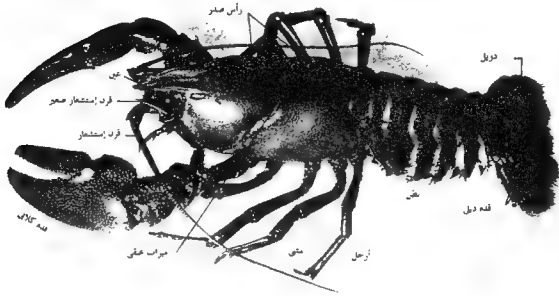
جراد الماء (كامبلروس ، أستاكوس ؛ شكل ٢١ - ٢) تعتبر أمثلة جيدة للقشريات . هذه الحيوانات شائعة في المجارى المائية العذبة والبحيرات ، البعض يصل طوله إلى ٦ بوصات (١٥,٢) . لوبستر الأتلانتى (هوماروس) يعد أكبر حجماً بكثير ولكنه يتشابه في التركيب .

٢١ - ٥ الصفات الخارجية

يتركب جسم جراد الماء من جزئين رئيسيين ، رأس صدر أمامى صلب (رأس + صدر) و بطن منفصل ؛ الجسم مغطى بهيكل خارجى يحتوي على كيتين ، وهو رقيق ورغو عند المفصل ليمسح بالحركة ، وصلب في المناطق الأخرى ، يتركب الجسم كله من عقل (الرأس) ، ٥ ؛ الصدر ، ٨ ؛ البطن ، ٦) ، لكل منها زوج من الأطراف البطنية . عقل الرأس صدر تغطى بدرع كامل أو درقة على الأسطح الظهرية والجانبية ، ويتميز به ميزاب عنقى عرضى يحدد منطقتى الرأس والصدر . يحمل الطرف الأمامى للجسم بوراً مديباً وسطياً ، وعلى جانبيه توجد عينان كل منهما معلقة على ساق . الفم بطنى ، يحاط بأجزاء فم خاصة ، الشرج يفتح على الجهة البطنية في الذويل الوسطى العريض عند نهاية البطن . الخياشيم تقع على جانبي الصدر تحت الدقة . الفتحات الجنسية مزدوجة ، الفتحات الأنثوية عند قاعدة الزوج الثالث من أرجل المشى ، الفتحات الذكورية عند الزوج الخامس .

٢١ - ٦ الأطراف المزودة (شكل ٢١ - ٢ ، ٢١ - ٣) .

يوجد على الجهة البطنية لكل عقلة زوج من الأطراف المفصليّة ، لها مفاصل متحركة في مستويات متنوعة تسمح بحرية الحركة . يحتوى كل طرف ، داخل الهيكل الخارجى ، على عضلات متضادة تعمل على ثنى وبسط الأجزاء المختلفة .



شكل ٢١ - ٢ : جراد الماء (طائفة القشريات) . الصفات الخارجية

الأزواج الأولى والثانية من الأطراف (قرنا استشعار صغيران وقرنا استشعار طويلان) هي تراكيب حسية متحركة ؛ الأزواج الثالثة حتى الثامنة (فكوك أمامية ، فكوك خلفية ، وأقدام فككية) تكون أجزاء الغنم ، وتستخدم في الإمساك بالغذاء وتقطيعه ، الزوج التاسع كبير ويعتبر من أرجل المشى وينتهى بكلاية قوية ، ويستخدم في الدفاع والهجوم ؛ أما أرجل المشى الحقيقية ، فهي الأزواج العاشرة حتى الثالثة عشرة وهي تساعد في المشى واقتناص الغذاء وتنظيف الجسم ؛ الأزواج من الرابعة عشر إلى الثامنة عشر تكون أرجل العمود البطنية وهي تساعد في التنفس ، وفي الأنثى تقوم بحمل البيض ؛ الزوجان الرابع عشر والخامس عشر في الذكر تستخدم في نقل الحيوانات المنوية ؛ الزوج الأخير على العقلة التاسعة عشر عريض ويعرف بالأقدام الذيلية ، وهي مع الذوئل تستخدم في السباحة للخلف . الأطراف متنوعة التحور عن نوع أساساً شاقى التفرع .

٢١ - ٧ الجهاز الهضمي (شكل ٢١ - ٤) .

يشمل هذا الجهاز (١) الفم ؛ (٢) مرثاً قصيراً ؛ (٣) معدة كبيرة مكونة من حجرتين ؛ (٤) معى متوسطاً قصيراً يتصل (٥) بأمعاء أنبوبية ضيقة تمتد ظهرياً في البطن ، (٦) شرجاً . يوجد أسفل المعدة (٧) عدتين هضميتين « بنكرياس كبلى » تتصلان بالمعى المتوسط . يستخدم الحيوان الزوجين الثانى والثالث من أقدم المشى في الإمساك بالغذاء ودفنه إلى الفم ، حيث يتم تحريكه وتفتيته بواسطة الفكين الأماميين . تحتوى المعدة على أسنان كلسية مكونة طاحونة معدية تقوم بطحن الغذاء ، ويوجد خلف الطاحونة مصفأة شعرية الشكل لا تسمح إلا للذئبات الصغيرة بالمرور إلى الجزء البوابى أو الخلفى للمعدة . يهضم الطعام بواسطة إنزيمات من الكبد ، ثم يمتص في المعى المتوسط ؛ الأجزاء غير المهضومة تطرد للخارج كبراز عن طريق الشرج .

٢١ - ٨ الجهاز الدورى (شكل ٢١ - ٤ ، ٢١ - ٥) .

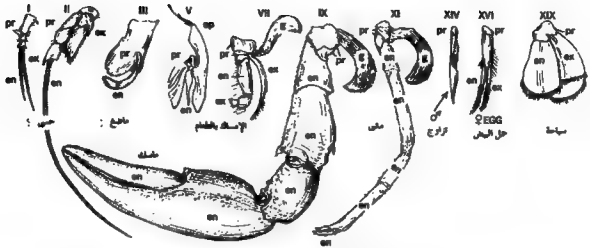
يقع القلب في وسط الجزء الظهري للصدر ، وهو ملحق في كيس كبير (الجيب التامورى) يجمع الدم من التجاويف المفتوحة بالجسم . عندما ينقبض القلب يندفع الدم في الشرايين إلى أجزاء الجسم المختلفة ، وهذه الشرايين مزودة بصمامات تمنع الدم من الرجوع للخلف . يتسرب الدم بين الأعضاء الداخلية ، يتجمع بعد ذلك في جيوب تتصل بالخيائشم ، وهناك يحدث تبادل الأوكسجين وثانى أكسيد الكربون ، ثم يعود الدم إلى الجيب التامورى من التجاويف بين الأنسجة . هذا الجهاز مفتوح وبدون أوردة وتتميز به مفصليات القدم ، بعكس الأجهزة المغفلة في الحلقيات والفقاريات .

٢١ - ٩ الجهاز التنفسى (شكل ٢١ - ٥)

توجد على جانبي الصدر أسفل الدقة ، غرف خيشومية تفتح على الجهة البطنية . تحتوى الغرف الخيشومية على طبقات من خياشيم ريشية الشكل رقيقة ، يمر عليها تيار من الماء محمل بالأوكسجين ، يدفع تيار الماء بصفحة مستمرة بفعل الأطراف البطنية المزودة . تحتوى بلازما الدم على صيغ أزرق خفيف ، الهيموسيانين ، يساعد في نقل الأوكسجين ، وهو بذلك يشبه الهيموجلوبين الأحمر للفقاريات .

٢١ - ١٠ الجهاز الإخراجى

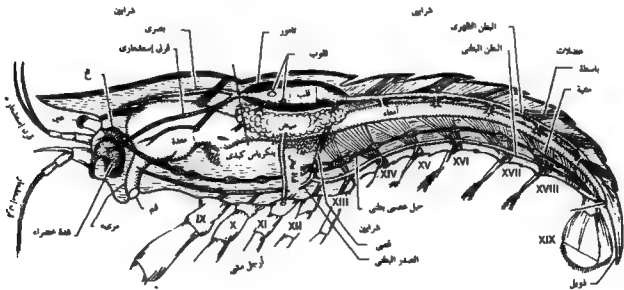
يتكون من زوج من الغدد المخضراء الكبيرة في منطقة الرأس ، تقوم هاتان الغدتان بإزالة الفضلات الموضوية من الدم وسوائل الجسم . تتصل بكل غدة قناة تفتح عند القاعدة البطنية لقرون استشعار . تتجوليف الغدد الإخراجية والأعضاء الجنسية هي كل ما تبقى من تجويف الجسم (السيلوم) الموجود في الحلقيات وكذلك في الفقاريات .



شكل ٢٩ - ٣ : أمثلة لأطراف جراد الماء (الجانب الأيمن ، منظر بطني) تبين التوزيع في التركيب لأداء وظائف مختلفة ، جدو ، جذع الرجل ، ش أ ، شعبة أنسية ، ش و ، شعبة وحشية ، ش ع ، شعبة علوية ، خ ، عضوم .

٢١ - ١١ . الجهاز العصبي وأعضاء الحس (شكل ٢١ - ٤)

لجرا د الماء جهاز عصبي يشبه ذلك الذى فى دودة الأرض ، ولكنه أكبر . المخ (عقد فوقمريثة)

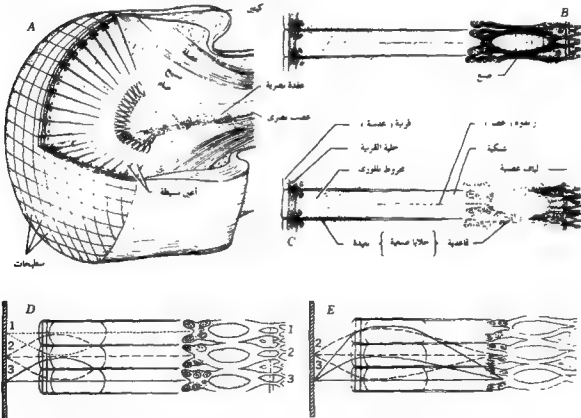


شكل ٢١-٤ : جراد الماء ، التركيب الداخلي لأضراسه : ٩ : x ، ١٠ : x ، ١١ : x ،
١٢ : x ، ١٣ : x ، ١٤ : x ، ١٥ : x ، ١٦ : x ، ١٧ : x ، ١٨ : x

الخامسة . الأنتى لها بطن أعرض من الذكر . يتشابه المبيضان مع الخصيتين في الشكل والموقع ، ويُنقل البيض بواسطة قناة بيض تفتح عند قاعدة رجل المشى الثالثة .

٢١ - ١٣ تاريخ طيبي

جراد الماء حيوان إنفرادى يقطن القاع ، يختبئ نهلاً تحت الأحجار أو في الشقوق أو المجحور ، ويكون جسمه ملامساً للأشياء المحيطة . يواجه الحيوان مخبئه بكلاياته الكبيرة ممتدة ، وقرون الإستشعار تتحرك هنا وهناك ، أما أطرافه البطنية (أرجل العوم) فإنها تقوم بحركات تنفسية : الأطراف الأخرى تتحرك من وقت لآخر لتستقبل المؤثرات أو لتكتشف الغذاء . يقبض الحيوان على أى غذاء يكون في متناوله ، ويترك أحياناً مخبئه ليقتنص غذاء قريباً ثم يعود بعد ذلك إليه . يستحدم حراد الماء كلاباته القوية في صد أى هجوم يقع عليه ، وبصفة عامة يتجنب الخروج من مخبئه . إذا ما تعرض المخأ لخطر التحضيم أو الإزالة ، فإن الحيوان يندفع كالقذيفة إلى مخبأ جديد . حراد الماء



شكل ٢١ - ٦ : عين مركبة لجراد الماء ، تخطيطى . (أ) قطاع في عين كاملة بين التركيب العلم (السطحيات سداسية في الحشرات) . (ب) عين بسيطة في الضفدع . الصغ تمتد . (ج) عين بسيطة في الظلام . الصغ مكتمل . (د) صورة متراكبة مكونة من صور منفصلة على شبكيات من نقط ١ ، ٢ ، ٣ ، مرئية . (هـ) صورة منطقة . تستقبل كل شبكة أشعة مائلة ومباشرة من أكثر من نقطة . (منقولة جزئياً من إيتز ، كتاب الطالب في الحشرات . أ ب دوتون) .

يمكنه المشي للأمام ، جانبياً ، مثلاً ، أو للخلف ، مستخدماً في ذلك الأزواج الأربعة من أرجل المشي . وللحيوان قدرة على مد البطن والأقدام الذيلية والذويل ، ثم ينثبها بعد ذلك بحركة مفاجئة أسفل الجسم ، والمقلومة التي تواجهها هذه الأجزاء العريضة في الماء تمكن الحيوان من السباحة أو الإندفاع للخلف ، والتكرار السريع لهذه الحركة يساعد الحيوان في الهرب من الخطر . ينشط جراد الماء خارج عذبه في فصل الربيع وبداية فصل الصيف بحثاً عن الغذاء الوفير ، ولكنه يعود مع برودة الجو إلى جمحوره أو مخاذه الأمانة الأخرى تحت الماء .

يتضمن غذاء جراد الماء يرقات الحشرات الحية ، الديدان ، القشريات ، القواقع الصغيرة ، الأسماك وأبوذبية ، إلى جانب بعض المواد الحيوانية الميتة . الأنواع الحفارة تنقذ كلية على سيقان وجذور النباتات . يقع جراد الماء فريسة لبعض الأسماك ، السلندرات الكبيرة ، السلاحف المائية ، ثعابين الماء ، الطيور ، وبعض الثدييات المائية ، وذلك إلى جانب الإنسان .

٢١ - ١٤ الانسلاخ

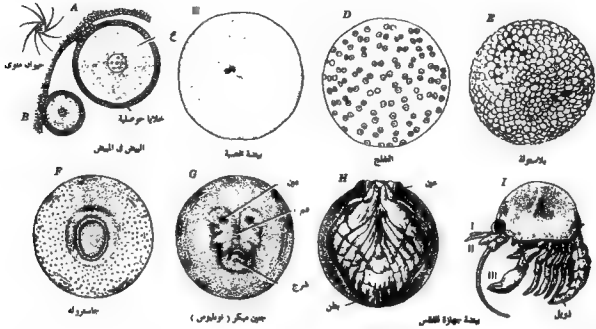
نظراً لصلابة الهيكل الخارجي وإحاطته بالجسم ، فإنه يحوق النمو الطبيعي للحيوان ، لذلك ينسلخ جراد الماء الصغير عدة مرات في السنة ، وكذلك الحيوانات البالغة من حين لآخر . قبل عملية الانسلاخ ، يعاد امتصاص بعض الأملاح غير العضوية من الهيكل الخارجي ، ثم يتكون جلد لينة جديد أسفل القديم ومنفصلاً عنه ، وتتكشف الأعضاء الداخلية قليلاً وتلين . ينشق بعد ذلك الجلد القديم ظهرياً ، ثم ينسحب الحيوان ببطء ، تاركاً غطاءه السابق سليماً . عندما يكون الهيكل الخارجي الجديد ليناً ، يزداد حجم الحيوان ، ومن المحتمل أن هذه الزيادة تنتج عن امتصاص الجسم للماء . يحتاج الحيوان لعدة ساعات أو أيام تجنباً للحيوانات المفترسة ، إلى أن يصبح درعه الجديد قادراً على حمايته .

٢١ - ١٥ التجدد والبر الذاق .

جراد الماء ، السرطانات وبعض القشريات الأخرى تتميز بقدرتها على عملية التجديد ، وهي عبارة عن نمو بعض الأجزاء المفقودة ، الأطراف والأعين بصفة أساسية . والقدرة على التجدد توجد في الأفراد الصغيرة ، ولكنها ، بصفة عامة ، أقل منها في الشعب الأدنى . عندما يفقد أو يُزَل جزء ، يظهر جزء جديد مع الانسلاخ التالي ، ويزداد حجمه مع الانسلاخات المتتالية ، إلى أن يستعيد حجمه الطبيعي . للقشريات قدرة أيضاً على البر الذاق لقدم كلابية أو رجل من أرجل المشي . فإذا ما تعرضت هذه الأطراف للقطع أو قبض عليها بشف ، فإن المُفَل الخمس الأخيرة تُبتر في الحال يُضحي بها للحيوان المُفترس . يتم البر عند مستوى محدد . يتكون حاجز عرضي داخل الرجل ، كما يتجلط الدم بسرعة فيساعد على الحد من فقدته ؛ إلى ذلك مباشرة عملية تجدد .

٢١ - ١٦ التكاثر

عند التزاوج ، يقبض للذكر على إحدى الإناث ويقبلها ، ثم يقبض على أرجلها الخاصة بالمشي بواسطة كلابتيه ، يثنى الذكر ذويله بعد ذلك بإحكام على مؤخرة بطن الأنثى ، فيشغل حركتها



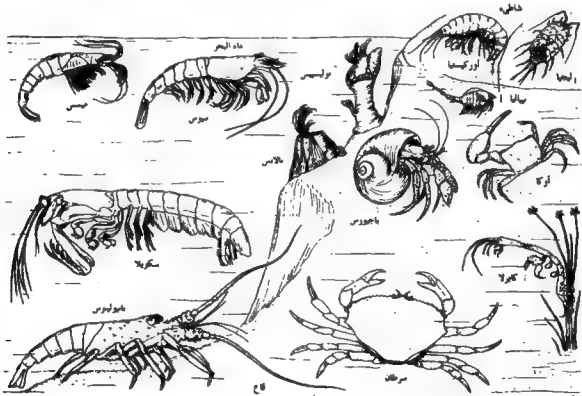
شكل ٢١ - ٧ : الفكورين في جراد الماء ؛ الأشكال مكررة بنسب متباينة . (ب) البيض في البيض محاط بخلايا حوصلية ؛ عند الوضع ، يلتصق بأرجل العوم للأنتى . (د ، هـ) الطلج سطحي . (و) الجاسترولة العنقة تكون أسفل المخ . (و - ح) تناظر بطنية . (ط) حيوان صغير مزال من البصلة قبل الفقس مباشرة . (أ ، ب من هـ من ج . ب . أطلس بشرح الحيوان ، ماكميلان ؛ ج - هـ عن زيفر ، ١٩٣٤ ، و - ح ، عن هكسل) .

تماماً . يستخدم الذكر إحدى رجل المشي الخامسة في دفع نهايتي الطرفين البطينيين المتحورين (رجلي العوم) للعلقة ١٤ إلى المستودعين المتوئين للأنثى بين العقتين الصدرين ١٢ و ١٣ . تنتقل الحيوانات المتوينة بعد ذلك في مادة مخاطية على رجل العوم للذكر ، وتصل إلى المستودعين المتوئين للأنثى . يفصل الذكر عن الأنثى . وفيما بعد ، تنظف الأنثى بطنها وكذلك أطرافها البطنية (رجلي العوم) ، ثم تستلقي في وضع مقلوب وبطنها منتبى بشدة ؛ يخرج من فتاق البيض ٢٠٠ إلى ٤٠٠ بيضة يتم تلقيحها بحيوانات منوية من المستودعين المتوئين ، ثم يلتصق البيض برجلي العوم بواسطة إفراز مخاطي . تحلل الأنثى نفسها بعد ذلك وتعود إلى غيبتها ، يكون البيض معلقاً كثمرة التوت ، وهم تهويته بواسطة حركة رجل العوم . بعد حوالي خمسة أسابيع يفقس البيض ويخرج منه جراد ماء

صغير ، سرعان ما يمينا حياة مستقلة . تسليخ هذه الحيوانات الصغيرة ست مرات أو أكثر أثناء الشهرين الأولين ، وهي تعيش لمدة سنوات .

٢١ - ١٧ قشريات أخرى

تضم القشريات آلافاً من الأنواع ، تتباين كثيراً في التركيب ، اللون ، البيئة ، وطريقة المعيشة (أشكال ٢١ - ٨ ، ٢١ - ٩) . معظم الأنواع الكبيرة مفترسة ، تتغذى عادة على حيوانات أخرى صغيرة ، ولكن الأنواع الصغيرة تتغذى على النباتات ، بعض الأنواع التي تقطن القاع تبتلع المواد المتحللة وتستخلص منها غذاءها . أثناء التكاثر تحمل الإناث البيض عادة خارج الجسم ، ولكن البعض له جيوب حضانية داخلية ، والبعض الآخر يتكاثر بكرياً . بعض أنواع المياه العذبة ذات بيض يمكنه مقاومة الجفاف لعامين أو أكثر ، كما يمكنه الانتشار بواسطة الرياح .



شكل ٢١ - ٨ : بعض القشريات البحرية في بيئاتها الخاصة ؛ معظمها صغيرة ، ولكن بملابس مختلفة ، ميس ، شرب الأويوم ، كرتيجون ، شرب ؛ يكوولا ، فمية القدم ؛ بارولينوس ، لوبستر الصخر الشوكي ؛ ميلا ، أطوم الأوز ؛ بالانس ، أطوم الجوز ؛ جاماروس ، نطاط الرمل أو أفيود ؛ ليجا ، متشابه الأرجل ؛ ليالا ، باجوروس ، سرطان ناسك (في هذبة قوقع فارغة) ؛ أوكا ، سرطان ناسج ؛ كاتسر ، سرطان صالح للأكل ؛ كابريلا ، سرطان الميكل .

بعض أنواع القشريات المائية توجد بوفرة لدرجة أنها تضيئ لونا مميزا للمياه التي تعيش فيها ، ونوع بحري واحد قد يكون المصدر الغني الرئيسي لأسراب من الأسماك أو الحيتان . وهناك نفورات موسمية في الأنواع والأعداد في المياه المالحة والعذبة ، البعض يسود في الربيع ، البعض الآخر في الصيف ، وهكذا .

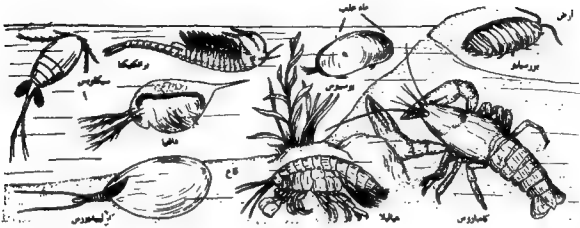
في بعض الأنواع ، تنمو الصغار مباشرة إلى حيوانات بالغة صغيرة . ومع ذلك ، فإن معظم الأنواع البحرية لها أطوار برقية دقيقة عديدة ، تتباين غالباً عن بعضها البعض ، وأيضاً لا تشبه الحيوانات البالغة إطلاقاً . الأطراف تكون قليلة العدد في الأطوار الصغيرة ، ولكنها تزداد تدريجياً مع الانسلاخات المتتالية . في الأنواع الجالسة ، تعتبر هذه الأطوار اليرقية وسيلة للإنتشار ، إذ يتم إنتشارها بواسطة التيارات المائية .

الأطومات (أشكال ٢١ - ١٠ ، ٢١ - ١١) تعتبر قشريات على درجة عالية من التحور ، يكون الحيوان البالغ جالساً ، وحيد المسكن ، ومحاطاً بصدقة جيرية . ومن أكثر الأنواع شيوعاً أطومات الأوز أو السفن أو الصخر ، والنوع الأخير يثبت نفسه على الصخور والأسطح الخشبية في مياه الشواطئ ؛ بعض الأنواع تثبت نفسها على السرطانات والقروش والسلحفاة البحرية والحيتان ، وهناك أيضاً أنواع متطفلة . ينمو البيض داخل جسم الحيوان ثم ينفق عن يرقات مجهرية تطفو أو تنسج في الماء وتتغذى ؛ أثناء الانسلاخات المتتالية تغير أشكالها حتى تصل إلى الطور البالغ . تعتبر اليرقات وسيلة الإنتشار الوحيدة للأطومات ، لأن الطور البالغ يثبت نفسه على مرتكز بواسطة إفرازات من غدة أسنينية . يمكن القول إن حيوان الأطوم « يقف على رأسه » وهو يستخدم الأطراف الصدرية في دفع الغذاء تجاه الفم . وهناك تباين كبير بين الأطوم البالغ والقشريات العادية من الناحية التشريحية ، لدرجة أن العلاقة بينهما لم تتضح إلا من خلال دراسة تركيب الأطوار اليرقية .

معظم القشريات حرة المعيشة ، ولكن البعض يعيش معيشة تكافلية متنوعة مع حيوانات أخرى ، والبعض الآخر متطفل . بعض السرطانات تقطن أنابيب خاصة بديدان حلقية ، وهناك سرطانات أخرى صغيرة تعيش داخل أصداف أويسترات وعجاء « قمل السمك » من القشريات التي أصبحت طفيليات خارجية على الأسماك ، وقد تحورت أطرافها الأمامية إلى محصات أو خطاطيف تلتصق بها في العائل البعض له أجزاء فم خاصة لاخترق جسم العائل وامتصاص الدم . في بعض الأنواع يكون الطور اليرقي متطفلاً والطور البالغ حر المعيشة ، وفي البعض الآخر يكون العكس صحيحاً .

٢١ - ١٨ العلاقات بالإنسان

لحم بعض القشريات له قيمة كبيرة كغذاء للإنسان . في عام ١٩٧٣ ، بلغ محصول الصيد للقشريات في الولايات المتحدة ٧٠٤ مليون رطل ، قدر ثمنه بـ ٣٦١,٤٣٠,٠٠٠ دولار . يؤكل جراد الماء في بعض المناطق في أمريكا الشمالية ، وهو وغيره من القشريات يؤكل أيضاً في بلدان أخرى عديدة . السرطان الأزرق (كالكس) عند شاطئ الأتلانتى يتم صيده ، ثم يخفظ في



شكل ٢٩ - ٩ : بعض قشريات الماء العذب في نباتها الطيعة . سيكلوس ، كرسود ، البراكينكا ، حورية القرب ، دافيا ، برفوث الماء ، يوسيرس ، شرب أبو ذئبة ، هبالا ، أميويود ، كامباروس ، جراد ماء .
 البعض مكر (سيكلوس ، دافيا ، يوسيرس) ، الباقى مصغر ولكن بنسب مختلفة .

أحواض إلى أن يقوم بعملية الإنسلاخ ، ويباع بعد ذلك على حالته الراحة وهو بقشرة لينة ، تُزال الأمعاء عنه ، ثم يطبخ ، ويؤكل بعد ذلك كاملاً - ويعتبر غذاء شهياً جداً - القشريات الصغيرة التي تعيش في المياه الملحة والعذبة تكوّن حلقات هامة في السلاسل الغذائية للعديد من الأسماك وحيوانات مائية أخرى مفيدة . بعض الكوبيبودا تعتبر عوائل متوسطة لدهانان متطفلة على الإنسان وعلى فقاريات متنوعة . جراد الماء بولايات الخليج غالبا ما يصبب حقول القطن والقمح ، إذ يتغذى على النباتات الصفوة ، كما تتلف جحوره أحيانا أحواض الري . بق الخنزير يأكل أحيانا النباتات في الحدائق والبيوت الزجاجية ، وهناك نوع يحفر في الخشب ويسبب أضرارا لأرصعة الموائد في المياه الملحة .

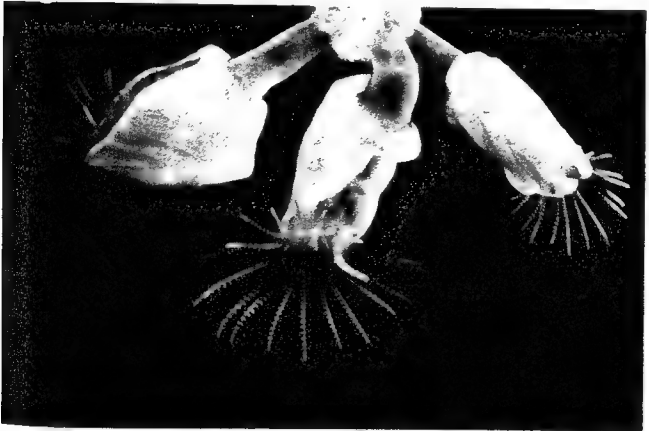
تحت شعبة التريلويتا

تعتبر التريلوبيتا مفصليات قدم بحرية بدائية، وكانت توجد أثناء العصور القديمة (شكل ١٣ - ٨). الجسم مقسم بواسطة أخنودين طويلين إلى ثلاثة فصوص. توجد رأس واضحة، كل عقلة تحمل أطرافاً مزدوجة مزودة بأشواك يبره الشكل. يتضمن التكوين طوراً يرقياً. الأنواع المختلفة يتراوح طولها من ١٠ إلى ٦٧٥ مم، معظمها كان يقطن القاع، ولكن من المحتمل أن اليرقات وبعض الحيوانات البالغة كانت تسبح في الماء.

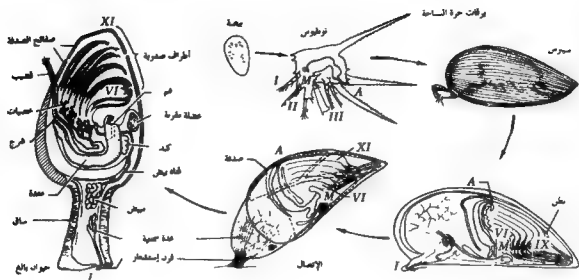
طائفة العنكبيات (العنكب وحليفاتها)

العنكبيات مجموعة متنوعة من الحيوانات تضم العنكب ، الحلم ، القراد ، العقارب وغيرها (شكل ٢١ - ١٢) . ومعظمها حيوانات أرضية حرة المعيشة صغيرة الحجم ، والعديد منها واسعة الانتشار في المناطق الجافة الدافئة . بعض الأنواع لها غدد سامة وغالب تلدغ أو تقتل بها الحشرات أو الحيوانات الصغيرة التي تتغذى عليها . العنكب وبعض الأنواع الأخرى لها أيضا غدد خاصة تفرز خيوطاً حريرية تستعمل في صنع أنسجتها المألوفة ونجاشها ومخافض البيض .

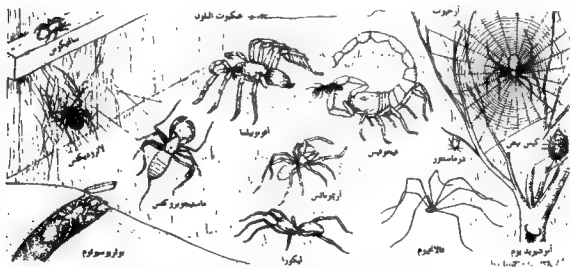
معظم أفراد هذه المجموعة لا ضرر لها إطلاقاً ، ولكن القليل من العنكب والعقارب قد يسبب أمراضاً للإنسان وأحياناً يؤدي إلى موته بعض أنواع الحلم يصيب النباتات ، وهناك أنواع أخرى من



شكل ٢١ - ١٠ : أطوم (لباس) . - مهداه من جبرى ماكوتنالك .



شكل ٢٩ - ١١ : أطوم الأوز ، لباس . الحيوان البالغ ، الجانب الأيمن للبرنس والصدفة مزال . نفق من البيضة بركة نوبلوس حرة السباحة ، تنفخ وتنسلخ ثم تتحول إلى يرقة سيريس . تتعلق هذه اليرقة بواسطة قرون الإستشعار الصغيرة والقدم المستمعية ، ثم تتحول إلى طور بالغ جالس . البيض واليرقات مكبرة جدا . ف ، ثم ، ش . شرح : ١ ، قرن إستشعار صغير ؛ ٢ - قرن إستشعار ؛ ٣ ، فك أمامي ؛ ٤ - ١١ ، أطراف أخرى .
 ١ : ١١ ؛ ٢ : ١١١ ؛ ٣ : ٧١ ؛ ٥ : ٧١ ؛ ٦ : ٧١١ ؛ ٧ : ٧١١١ ؛ ٨ : ١ ؛ ٩ : ١١٠ ؛ ١٠ : ١ ؛ ١١ : ١١ .



شكل ٢٩ - ١٢ : أمثلة شائعة من طائفة العنكبوتيات في بيئاتها الطبيعية ؛ بمقاييس رسم مختلفة . العنكبوت (رتبة العنكبوتيات) : سالكوس ، عكبوت قفاز ؛ لاروديكتس ، عكبوت الأرملة السوداء ؛ بورتوسيروم ، عكبوت الباب المسحور (في الأرض) ؛ ديوجيزيلا (أفوزيلا) ؛ تارنولا ؛ أمريكي ؛ ليكوزا ، العنكبوت الصياد أو الذئب ؛ أرجيوب ، العنكبوت ناسح الكرة بمخضطة البيض ؛ ماستيجوركتس ، العنكبوت الوسطي ؛ أريوباتس ، فايجارون (سوليوجيد) ؛ فيجوفيس ، عقرب ؛ فلاخوم ، العنكبوت الحصاد ؛ أبو شريدوم ، العقرب الزائف ؛ دوماستور ، قراد .

الحلم والقراد يتطفل على الإنسان والحيوانات ، يوجد أيضا بعض القراد يعمل كعوائل متوسفة لأوليات وفهروسات تسبب أمراضاً متنوعة . أصفر أنواع الحلم لا يتعدى طوله ٠.٥ مم ، أما أكبر أنواع العقارب فقد يصل طوله إلى ١٦٠ مم .

٢١ - ١٩ الخصائص^(١)

- ١ - الجسم يتركب عادة من رأس صدر مميز وبطن ؛ نمودجيا له ستة أزواج من الأطراف المفصلية على الرأس صدر فقط ، لا توجد قرون إستشعار أو فكوك أمامية .
- ٢ - أجزاء الفم والقناة الهضمية تتلامح أساساً مع الإمتصاص ، البعض له عدد سامة .
- ٣ - التنفس بواسطة الرئات الكتائية ، القصبات ، أو الخياشيم الكتائية .
- ٤ - الإخراج بواسطة أنابيب ملبيجي مزدوجة أو غدد حرقفية ، أو كليهما .
- ٥ - الجهاز العصبي مكون من عقد ظهرية (مح) وحبل عصبي بطني به عقد مزدوجة ، وأحياناً تتركز العقد في الأمام ؛ الأعين بسيطة عادة وتوجد في أزواج ؛ شعيرات حسية على الجسم .
- ٦ - الجنسان غالباً منفصلان ، الفتحات الجنسية منفردة ؛ التلقيح عادة داخلي ؛ التكوين عادة خارجي ومباشر ، أو يمر بطور يرق واحد أو أكثر .
- ٧ - معظمها أرضية وإنفرادية ، بعضها حر المعيشة مفترس والبعض الآخر متطفل .

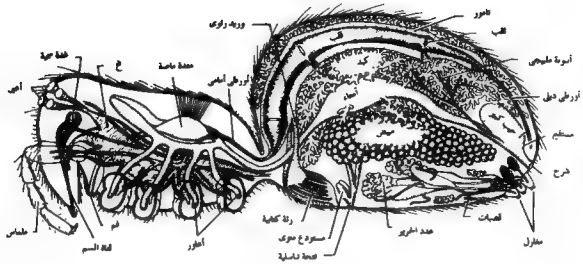
٢١ - ٢٠ رتبة العنكبوتيات (العناكب)

تضم أكثر من ٣٠,٠٠٠ نوع من العناكب المعروفة تعيش في العديد من البيئات المتباينة من شواطئ البحار إلى قمم الجبال ومن الصحارى القاحلة إلى المستنقعات والغابات الإستوائية .

٢١ - ٢١ الصفات الخارجية (شكل ٢١ - ١٣)

يتركب الجسم من رأس صدر مميز مستدير وغير معقل ، وبطن متصلان بواسطة خصر رفيع . بصفة عامة ، يوجد في الرأس صدر ثمانية أعين بسيطة أمامية ، وستة أزواج من الأطراف على الجانب البطني . الزوج الأول (قرون كلالية) متحول إلى تحليل يتصلان بقنوات لغدد سامة . الزوج الثاني يستعمل في مضغ الطعام وعصره ؛ في الذكور البالغة تستخدم نهايتا هذين الطرفين في

(١) قارن مفصليات القدم (فقرة ٢١ - ١ وفصل ١٤) ، القشريات (فقرة ٢١ - ٤) والحشرات (فقرة



شكل ٢١ - ١٣ تركيب عنكبوب كما يظهر بعد إزالة الجانب الأيسر للجسم . (محوره من ليو كارت)

نقل الحوانات الموية . الأرواح الأربعة التالية من الأطراف هي أرجل المشي ، تترك كل منها من سبعة عقل ، تنبى محال أو نوسائد للتلحق . تغطي جميع الأجزاء الخارجية بتليد يحمل أشتواكا شعيرة ، البعض منها حسي .

الفتحات الخارجية هي (شكل ٢١ - ١) : (١) هم دقيق في مقدمة الرأس صلور من الجهة المضية ؛ جميع الفتحات الأخرى تقع على المض من الجهة المضية وتشمل (٢) فتحة تناسلية أمامية على الخط الوسطي ؛ (٣) مدخل شقي الشكل إلى رثات كتابية مزدوجة جانب الفتحة التناسلية إلى الخلف ؛ (٤) فتحة مسمية تتصل بقنوات هوائية قصيرة (قصات) ؛ (٥) معال مزدوجة لإفراز الحرير ؛ و (٦) شرج عند نهاية الجسم .

٢١ - ٢٢ . التركيب الداخلي

القناة الهضمية تتركب من : (١) الفم ؛ (٢) مريء ؛ (٣) معدة ماصة تعمل بواسطة عضلات متصلة ظهرها بالرأس صلور ؛ (٤) المعدة الرئيسية وتتصل بخمس أزواج من الحيوب (أعلاور) وتوجد أيضا بمنطقة الرأس صلور ؛ (٥) الأمعاء في منتصف البطن وتستقبل قوات من (٦) غدة هضمية عديدة المفرغ (كبد) . تؤدي إلى (٧) استقيم ، حيث يمتح حيث كبير قبل (٨) الشرج مباشرة .

ال جهاز الدوري مفتوح وهو يشبه ذلك الذي في الحشرات . القلب يوجد في البطن من الجهة الظهرية وهو أنبوي كبير ، وحاض بكيس (انماور) ؛ يجمع هذا الكيس الدم المؤكسج من جيوب متصلة بالرثات الكتابية . إنقباض القلب يؤدي إلى إندفاع الدم خلال الترابين إلى المعدة ، الأرجل .

الأعين والغدد السامة . يتم تأكسج الدم عديم اللون في هذه الرئات الكتاتية .

تنفس العناكب الهواء الذى يدخل من فتحات خارجية على البطن ثم يدور فوق صفائح أفقية ورقية الشكل ، الرئات الكتاتية ، تتميز بها العنكبوتات . تتم في الرئات الكتاتية عملية تبادل الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون القصبات ، إن وجدت تشبه تلك التى فى الحشرات ، ولكنها تقتصر على البطن فقط . يتم الإخراج بواسطة أنابيب ملييحي مزدوجة تتصل بالأمعاء ، وأيضاً بواسطة غدد حرقفية مزدوجة في منطقة الرأس صدر ، تشبه تلك التى فى القشريات .

الجهاز العصبي مُركّز . يوجد فوق المريء عقدة ذات فصين ، تمتد منها وصلتان سميكتان متصلان بكتلة عقدية بطنية تخرج منها أعصاب إلى جميع أعضاء الجسم . الأعين بسيطة . حاسة الشم تبدو أنها جيدة التكوين ، وتوجد شعيرات حسية خارجية عديدة .

الجنسان منفصلان ، وغالباً غير متشابهين . يوجد بالذكر خصيتان متصلان بقنوات ملتفة (قبات صادرة) تفتح في حويصلة منوية واحدة تؤدي إلى فتحة تناسلية . في الأنثى ، يوجد مبيضان يخرج منهما قناتا بيض تؤديان إلى مهبل واحد ؛ يفتح في المهبل مستودعان منويان جانبيين .

٢١ - ٢٣ تاريخ طيحي

العناكب حرة المعيشة ، إفراديه ، وهي حيوانات مفترسة تتغذى أساساً على الحشرات . العناكب تصيد فرائسها بطرق متنوعة ، فهي قد تلاحقها أو تنقض عليها أو تنصب لها شركاً بأسسجتها ؛ تقتل الحشرات الصغيرة بواسطة المخالب السامة ، أما الفرائس الكبيرة قد تربط بخيوط حريرية أو تثبت بالنسيج قبل أن تقتل ، ثم « تؤكل » (تُمتص) . معظم الأنواع ، يعيش أفرادها لمدة عام تقريباً ، ولكن وحد أن بعض التارنوتولا الكبيرة تعيش في الأسر لمدة عشرين عاماً . تقع العناكب فريسة للطيور ، والسحالي وبعض الدبابير . الدبور الخمس يضع بيضة داخل شراق العناكب ، وتتغذى يرقاته على بيض العناكب .

يفرز حرير العنكبوت من خلال المغازل ، وينيف على شكل خيط عندما يغزل في الهواء . يستخدم هذا الخيط في حالة تكوينات السيج المتنوعة كحيط جر . يساعد العنكبوت الصياد في تنقلاته كوسيلة لإنتشار العناكب الصغيرة التي تتسلق عالياً وتغزل خيوطاً طويلة تحملها الرياح وأيضاً كشرار ، محايء ، أعشاش وشرائق .

٢١ - ٢٤ التكاثـر

عندما يبلغ الذكر ، فإنه يضع قشرة من المنى على النسيج ثم يمتصها في الطرف كيسي الشكل للزوج الثاني من الأطراف . يبحث الذكر عن الأنثى بعد ذلك ، وقد يقومان بعمل بعض الإستعراضات التزاوجية قبل أن يدخل الذكر نهايتى الطرفين في الفتحة التناسلية للأنثى ، وبذلك تمر

الحيوانات المنوية إلى الأنثى قد تقتل الأنثى الذكر وتأكله بعد عملية التزاوج ، ولكن ليست هذه هي نهايته المحتومة في كل الحالات . تضع الأنثى البيض فيما بعد في شرنقة وسادية مثبتة على النسيج أو بالقرب منه ، أو ملتصقة ببطن الأنثى . يفقس البيض وتخرج منه عناكب صغيرة . إنثى بعض الأنواع تحمل صغارها لعدة أيام بعد الفقس . ينسلخ العنكبوت الصغير عدة مرات ، ومع كل إنسلخ ، تحدث زيادة في الحجم وتغير في الشكل والنسب واللون . قبل البلوغ ، ينسلخ الذكر خمس مرات تقريباً ، والأنثى سبع أو ثماني مرات .

٢١ - ٢٥ عنكيات أخرى (شكل ٢١ - ١٢) .

العقارب (رتبة العقربيات ؛ أنظر مقدمة الفصل) تتميز بكلايتين كبيرتين على الزوج الثاني من الأطراف ، وبطن مقسم إلى ١٢ عقلة يحمل في نهايته زبان سم حاد (شكل ٢١ - ١٤) . تقطن العقارب المناطق الجافة الدافئة ، وتختبئ تحت الأحجار وفي الجحور غير العميقة أثناء النهار ، وتنشط ليلاً سعيًا وراء غذائها الذي يتكون من الحشرات والعناكب والعقارب الأخرى . يقبض العقرب على فريسته ويمزقها ، أما الفرائس الكبيرة فإنه يشلها بزبانه . تسبق عملية الجماع « رقصه غزل » ، تلد الأنثى صغاراً حية ، ثم تحملها على بطنها لعدة أيام .

العقارب السوطية (رتبة ذوات اللوامس القديمة) تشبه العقارب إلى حد ما ، غير أنها تعتقر إلى السم . وهي تتميز بكلايات كبيرة ، والزوج الأول من الأرجل متخصص لحاسة اللمس ؛ يحمل البعض سوطاً ، بطنياً رفيعاً . تعيش هذه الحيوانات في الأقطار الدافئة ، وهي ليلية النشاط وتفتقر الحشرات .

العقارب الكاذبة (رتبة العقارب الكاذبة) تشبه العقارب الصغيرة ، ولكن بدون زبان . وهي تعيش تحت الأحجار أو الحزازيات أو القلف ، والبعض منها قد يوجد داخل الكتب أو قطع الأثاث ؛ يتكون غذاؤها من الحشرات الدقيقة .

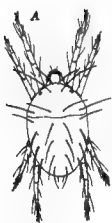
عناكب الشمس (رتبة سولبيجيديا) تشبه العنكبوت العادى في الشكل ، ولكن بدون « خصر » كما تغيب عنها غدد الحرير والسم . عناكب الشمس تقطن المناطق الجافة الدافئة ، وهناك اعتقاد شائع بين الناس أنها حيوانات خطيرة .

الحصاد أو طويل القوائم (رتبة فالانجيديا) لها أجسام بيضاوية متينة وأرجل غاية في الطول تساعدها على الجرى بسرعة . لا يوجد بها سم ، ولكن لها غدداً تفرز رائحة كريهة بغرض الحماية . تنتشر هذه الحيوانات في المناطق المعتدلة ، ويتضمن غذاؤها الحشرات الصغيرة .

القراد والحلم (رتبة القراديات) حيوانات صغيرة أو مجهرية ، الرأس والصدر والبطن فيها مندمجة تماماً وغير معقولة . غطاء الجسم غشائى أو جلدى ، مزود أحياناً بصفائح أو دروع صلبة . أجزاء الفم تحمل على مقدمة الجسم الرفيعة . توجد ثمانية أرجل جانبية ، مزودة غالباً بأشواك شعرية .



شكل ٢٩ - ١٤ العقرب ، مفصل القدم له سلسلة نسب قديمة ، تغير طفيف منذ العصر السلوي .



قرون النمل
الصنوبر الأحر



أناجيس
علم الريان



أدوية
حده المرونة



ساز كوكيس
حده الحاروب



ديود كس
جرب سر صلي

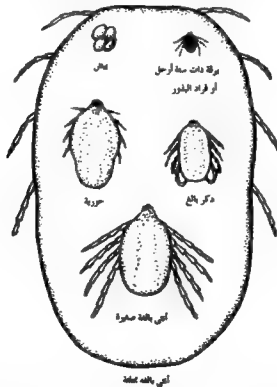
شكل ٢٩ - ١٥ بعض أمثلة للحلم . جميعها مكبرة ولكن بنسب مختلفة . (عن باتكس ، ١٩٠٥) .

الجنسان منفصلان تفقس من البيضة يرقة ذات ستة أرجل . تتغذى هذه اليرقة وتسلخ وتتحور إلى حورية ذات ثمانية أرجل ، وفي النهاية تكوّن حيواناً بالغاً جنسياً .

الحلم (شكل ٢١ - ١٥) تضم ٢٠,٠٠٠ نوع وتعيش في التربة ، والأغذية المخزونة ، والمياه العذبة والملحة ، وكطفيليات على النباتات والحيوانات . القراد (شكل ٢١ - ١٦) تتغذى على دم الفقاريات . وعندما يجد القراد عائلاً فإن أجزاء فمه تخترق جلده ويمتص القراد دم المائل إلى حد النخمة « ممثلياً كالتقراد » - ثم يسقط بعد ذلك . في فصل الربيع ، تضع الأنثى البيض في أماكن آمنة على الأرض . يفقس البيض بعد شهر أو أكثر . اليرقات والحوريات والحيوانات البالغة ، تسلق الشجيرات ، وترقب المائل الملائم الذي تثبت به . وبعد أن تحصل على غذائها تسقط على الأرض حيث تهضم غذاءها وتسلخ . القراد يمكنه أن يعيش لفترة طويلة دون غذاء ، قد تصل إلى سنة أو أكثر ، إذا لم يجد المائل المناسب .

٢١ - ٢٦ العلاقات بالإنسان

معظم العناكب تكون لدغتها غير ضارة للإنسان ، وحتى « التارنتولا » الكبير لا يسبب ضرراً أكثر مما لدبور . ومع ذلك ، فإن جنس اللاتروديكس غاية في الخطورة ؛ عنكبوت الأرملة السوداء



شكل ٢١ - ١٦ قراد حي الماشية التكاسية (بوليس أنيولاس) × • . الأجزاء الصغيرة داخل رسم تخطيطي لأنثى مخططة .

(ل . ماكنايز ، شكل ٢١ - ١٢) يقطن أمريكا الشمالية والجنوبية ، جزر الهند الغربية وهواي . الأنثى البالغة ذات لون أسود براق ، ولها بقعة مستديرة حمراء في منطقة البطن على الجهة البطنية . في الولايات المتحدة ، تشير التقارير إلى أن ٥٪ من حالات التسمم في الإنسان بهذا العنكبوت انتهت بالموت ، ومعظمها كانت في كاليفورنيا ، حيث تسبب الأرملة السوداء حالات تسمم أكثر مما تسببه الحية ذات الأجراس .

بعض العقارب الاستوائية الكبيرة يكون سمها في غاية القوة . في المكسيك يُلدغ الآلاف من الناس سنوياً ، ويموت المئات منهم وخاصة الأطفال . وقد قل الخطر في السنوات الحديثة نتيجة لإعتماد مكافآت كبيرة للقضاء على العقارب ، كما تمت معالجة حالات التسمم بمضادات خاصة لسم العقرب .

معظم أنواع الحلم تعتبر آفات إقتصادية ، بعض هذه الأنواع تمتص العصارات النباتية ، وتصيب الأوراق بالنقط ، وتلف البراعم والفواكه في أشجار البساتين ؛ البعض الآخر يصيب الجذور والأبصال . حلم الجرب (ساركوبتيس) يخفر في جلد الإنسان ويسبب تيججه ، وهناك أنواع قريبة تصيب الخنازير والكلاب وثدييات أخرى بالجرب ؛ البعض الآخر يحدث قروحاً وجرباً في الأغنام وضخفاً عاماً في الدواجن . بعض الأطوار اليرقية تهاجم الإنسان وتسبب هرشاً عنيفاً ، وفي الشرق تنقل مرض « تيفوس الحلح » .

القراد يصيب الحيوانات الأليفة والبرية ، والقليل منها يهاجم الإنسان ، وإذا اردت أعدادها ، يصاب العائل بالأنيميا ، وتقل مقاومة الجسم ، وقد تحدث الوفاة في النهاية . بعض أنواع القراد تعمل كموائل متوسطة لأمرض خطيرة ، منها حمى جبال روكي المبقعة وهي تصيب الإنسان ، وحمى الماشية تكساس ، وهي ذات أهمية كبيرة بالنسبة للصناعة المتعلقة بحيوانات المزرعة في الولايات الأمريكية الجنوبية .

طائفة الميروستوماتا

(سرطانات حدوة الحصان واليوتريدات)

كانت تعيش في بحار العصور القديمة عنكبويات ، هي اليوتريدات ، وكان يصل طولها إلى ٩ أقدام (٢,٧ متراً) . وهذه الحيوانات مع سرطانات حدوة الحصان تتضمنها طائفة قائمة بذاتها تابعة لفصليات القدم . سرطان حدوة الحصان الأمريكي (ميغولس بوليفيموس) يقطن مياه شواطئ الأتلانتي الضحلة من بوفاشكوشيا إلى يوكاتان . يحمل الرأس صدر ستة أزواج من الأطراف كغيره من العنكبويات الأخرى ، ويُعطى بلرقة مقوسة تشبه حدوة الحصان . البطن سداسي مزود بأشواك ظهرية ، ويتنى بذويل رفيع شبيه بالسونكي ، كما يحمل ستة أزواج من الأطراف الرقيقة الصغيرة من الجهة البطنية . يتم التنفس بواسطة خياشيم كناية ، أعضاء الحس تتضمن عيينين مركبتين جانبيتين وعيينين بسيطتين وسطيتين .

هذه السرطانات يمكنها الحفر والسباحة والمشي على القاع ، وتكون أكثر نشاطاً أثناء الليل ، وتتغذى على لا فقريات صغيرة . تتزاوج هذه الحيوانات مع بداية فصل الربيع ، ثم وضع البيض الملحح خارجياً في الرمل قريباً من السطح في منطقة المد والجزر . الوقت عند الفقس تشبه التربلويتا في أن لها بطناً مغطى بدون أطراف ، ولكن هذه الصفات تفقد مع الإنسلاخ الأول .

طائفة الميريابودا

(ذوات المائة رجل وذوات الألف رجل)

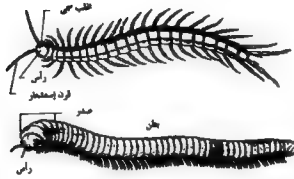
ذوات المائة رجل أو الكيلوبودا (شكل ٢١ - ١٧) حيوانات طويلة ، رفيعة ، ومفلطحة ظهراً لبطن ، الجسم مقسم إلى عقل يتراوح عددها من ١٥ إلى ١٨١ عقلة في الأنواع المختلفة . الرأس يحمل زوجاً من قرون الإستشعر المفصلي ، زوجاً من الفكوك الأمامية ، وزوجين من الفكوك الخلفية ، العقلة الجسمية الأولى لها زوج من الخالب السامة المفصلي ، أما باقي عقل الجسم عدا العقلتين الأخيرتين فتحمل كل منها زوجاً من أرجل المشي المفصلي . القناة الهضمية مستقيمة لها من الأمام زوج من الغدد اللعابية ، ومن الخلف زوج من أنابيب مليحي للإخراج . القلب محاط بالتامور ، ويمتد بطول الجسم لتخرج منه شرايين جانبية في كل عقلة . يتم التنفس بواسطة مجموعة من الأنابيب القصية . الجنسان منفصلان ، يوجد لكل ، منسل ظهري وفتحة تناسلية بطنية واحدة للخلف .

تعيش ذوات المائة رجل أساساً في البلدان الدافئة ، وهي تختفي أثناء النهار وتنشط ليلاً سعياً وراء غذائها من ديدان الأرض والحشرات ؛ الأنواع الكبيرة قد تقتصر السحالي الصغيرة أو الفئران .

تُقتل الفريسة فوراً بالسم ، ثم يتم مضغها بالفكوك الأمامية . بعض الأنواع يعض بيضاً والبيض الآخر لود . الصغار تشبه الأبوين . بعض الأنواع الأستوائية يتراوح طولها من ٦ إلى ٨ بوصات (١٥ إلى ٢٠ سم) ، ولدغتها تسبب ألماً للإنسان ، ولكن الأنواع الصغيرة منها لا تعد خطرة .

« البلدان ذوات الألف رجل » أو ذوات الألف قدم (تحت طائفة الدبلوبودا ؛ شكل ٢١ - ١٧) لها أجسام إسطوانية طويلة ، وبعض الأنواع لها ألوان براق . الرأس مميز يحمل مجموعتين من الأعين البسيطة وزوجاً من كل من قرون إستشعار قصيرة ، فكوك أمامية ، وفكوك خلفية . الصدر مكون من أربع عقل فردية ، وجميعها عدا الأولى تعمل زوجاً من الأرجل . البطن طويل مقسم إلى عقل مزدوجة يتراوح عددها ما بين ٩ إلى أكثر من ١٠٠ عقلة ، لكل منها زوجان من الأرجل المفصلي . الجهازان الهضمي والدورى يشبهان إلى حد ما مثليهما في ذوات المائة رجل ، ولكن التنفس هنا يتم بواسطة قصبات لها فتحة تنفسية أمام كل رجل . يوجد منسل واحد لكل فرد ، والفتحة الجنسية تقع على العقلة الثالثة .

تعيش ذوات الألف رجل في الأماكن المظلمة الرطبة ، وهي تتجنب الضوء . تتحرك هذه



شكل ٢١ - ١٧ لأجل . ذات المائة رجل (تحت طائفة كيلوبودا ؛ عن هكسل) لأسفل . ذات ألف رجل
خاتمة (سيروبوليس ، تحت طائفة ديلوبودا ، عن هلوبت)

الحيوانات يبطه بجسمها الممتد ؛ وهي تستكشف طريقها مستخدمة قرون الاستشعار . تتحرك الأرجل العديدة على شكل موجات متتابعة من الخلف للأمام . تتغذى ذوات الألف رجل على المواد النباتية اللينة ، ولو أنها تتغذى أيضا على المواد الحيوانية الميتة . هذه الحيوانات سلسلة من القدد التي تفرز سوائل كبرية الرائحة تبعد عنها الأعداء ، بعض الأنواع تلتف نفسها على شكل لولب عندما تحس بالخطر .

مفصليات قدم أخرى

بالإضافة إلى مفصليات القدم التي سبق شرحها في هذا الفصل ، هناك مجموعات أخرى متنوعة من الحيوانات التي تتبع هذه الشعبة ، ولكن لأن لم يتضح تماماً مدى علاقاتها ووضعها التصنيفي . تلك هي ذوات المائة رجل للحدائق (سيمفلا) والبلوروبودات الدقيقة (بلوروبودا) . الصفات العامة لهذه المجموعات سبق ذكرها ضمن النبتة عن التصنيف (فصل ١٤) .

مراجعة

- ١ - أذكر أهم المميزات التركيبية لمفصليات القدم .
- ٢ - ما هي المجموعات الرئيسية (تحت الشعب والطوائف) لهذه الشعبة ؟
- ٣ - ما هي الفائدة التي تعود على غطاء الجسم من احتوائه الكيتين ؟
- ٤ - ما هي أوجه الاختلاف بين جراد الماء أو اللبستر والسرطان ؟
- ٥ - مع وجود أنواع متباينة من الأطراف المفصليّة المزدوجة ، ما هي الأعمال التي يمكن لجراد الماء أن يقوم بها ، وتكون مستحيلة بالنسبة لتتوقع أو دودة أرض ؟
- ٦ - عرف التجويف الدموي . كيف يختلف عن السيلوم في دودة الأرض ؟
- ٧ - لماذا تعتبر الحياشيم ضرورية لحيوان مثل جراد الماء ؟
- ٨ - ما هي أوجه الاختلاف بين أعضاء الحس في كل من جراد الماء من ناحية والحلقيات والرخويات من ناحية أخرى ؟
- ٩ - لماذا يعتبر إنسلاخ الهيكل الخارجي ضرورياً ؟ وكيف يتم ؟
- ١٠ - أذكر بعض الأنواع الشائعة من القشريات ، ثم بين أين يعيش كل منها . عدد بعض الأنواع القليلة التي تستخدم كغذاء للإنسان .
- ١١ - لماذا يصنف الأطوم ذو الصدفة الجيرية الخارجية ضمن القشريات ؟ لماذا لا يعتبر حيواناً رخوياً ؟
- ١٢ - ما هي الصفات التركيبية المميزة للعنكب ؟ مما يتكون غذاؤها وكيف تحصل عليه وتأكله ؟ ما فائدة حرير العنكبوت ؟ أين يتكون ؟ أذكر بعض غرائب التكاثر بين العنكب .
- ١٣ - ما هو الحلم ؟ كيف يختلف في تركيبه عن العنكبوت وعن جراد الماء ؟ ماهي المميزات التي تجعل القراد آفات دائمة للحيوانات ؟ هل البعض منها يشكل خطراً على الإنسان ؟
- ١٤ - كيف تختلف ذوات المائة رجل وذوات الألف رجل في تركيبها عن مفصليات القدم الأخرى ؟ وكيف تختلف فيما بينها ؟

الفصل الثانى والعشرون

الحشرات

النطاطات ، الذباب ، القمل ، الفراشات ، الخنافس ، النمل ، وغيرها تنتمى لطائفة الحشرات ، وهى تضم ما يقرب من ٩٠٠,٠٠٠ نوع . تتضمن الحشرات ثلاثة أرباع عالم الحيوان تقريباً ، فهى بلا شك أكبر أقسام شعبة مفصليات القدم . وهى أكثر الحيوانات الأرضية شيوعاً ، وتعتبر اللافاقاريات الرئيسية التى تعيش فى البيئات الجافة ، والوحيدة التى لها قدرة على الطيران . وقد أمكن للحشرات أن تكيف نفسها لهذه المعيشة إذ أن لها غطاء جسم كيتينى يحمى الأعضاء الداخلية من الإصابة ومن فقد الماء ، وأيضاً لها إمتدادات لهذا الغطاء تكون الأجنحة ، كما أن لها جهازاً من الأنابيب القصية يُمكنها من تنفس الهواء . الحشرات تعيش فى جميع البيئات عدا البحار ، الأنواع المختلفة تعيش فى المياه العذبة ونصف المملحة ، فى التربة ، على النباتات بجميع أنواعها ، وعلى حيوانات عديدة أو بداخلها . تتغذى الحشرات على جميع أنواع النباتات وأجزائها - الجذور ، السيقان أو الأوراق ، العصارة أو البراعم ، الينزور أو الفواكه .

كثير من الحشرات التى تحوم حول الزهور ، تساعد فى تلقيحها . البعض يتغذى على أنسجة وسوائل وإفرازات الحيوانات ، الحشرات القمامة تتغذى على الحيوانات والنباتات الميتة . الحشرات المتطفلة تعيش فى البيض ، اليرقات ، أو الأطوار البالغة لحشرات أخرى وعلى حيوانات ونباتات متنوعة . بعض الحشرات تنقل الأمراض للنباتات والحيوانات والإنسان . الحشرات بدورها تقع فريسة لحشرات أخرى ، لئلا يكثر عقارب وفقاريات عديدة من الأسماك إلى الثدييات . الأنواع المفترسة والمتطفلة تعمل على الحد من إنتشار حشرات أخرى . والحشرات ، نتيجة لأعدادها الكبيرة وعلاقتها البيولوجية ، تعتبر ذات أهمية إقتصادية كبيرة ، منها النافع ومنها الضار للإنسان وإهتماماته . العلم الذى يختص بدراسة الحشرات يعرف بطلم الحشرات (أنتومولوجى)

٢٢ - الخصائص

١ - الرأس ، الصدر ، والبطن مميزة ، الرأس يحمل زوجاً من قرون الاستشعار وثلاثة أزواج

من أجزاء الفم متنوعة التحور للمضغ ، الإمتصاص ، أو اللعق ؛ الصدر (من ثلاث عقل) يحمل ثلاثة أزواج من الأرجل المفصليّة ، وعادة زوجين (أو زوجاً واحداً أو لا يوجد على الإطلاق) من الأجنحة ؛ البطن مكون من ١١ عقلة أو أقل وينتهي بأجزاء متحورة إلى أعضاء تناسلية خارجية .

٢ - القناة الهضمية مكونة من معى أمامى وأوسط وخلفى ؛ الفم مزود بقفد لمامية .

٣ - القلب (وعاء ظهري) رفيع ، له أورطى أمامى ، لا توجد شعيرات أو أوردة ؛ تجلويف الجسم دموية (السيلوم مختزل) .

٤ - التنفس بواسطة قصبات متفرعة مبطنة بجليد ، تحمل الأوكسجين من فضحات تنفسية مزدوجة على جانبي الصدر والبطن إلى الأنسجة مباشرة ؛ بعض الأنواع المائية لها خياشيم قصبية أو دموية .

٥ - الإخراج بواسطة إثنين أو أكثر من الأنابيب المليحية تتصل بالجزء الأمامى للمص الخلفى .

٦ - الجهاز العصبي مكون من عقد فوق مريئية وتحت مريئية تتصل بجبل عصبي بطني مزدوج ، به زوج من العقد على الأكثر في كل عقلة ؛ أعضاء الحس تتضمن أعين بسيطة ومركبة ، مستقبلات كيميائية للشم على قرون الاستشعار ، وللتذوق حول الفم ، بالإضافة إلى شعيرات لمس متنوعة ؛ البعض له وسائل لإصدار الصوت واستقباله ، لا توجد حويصلات توازن .

٧ - الجنسان منفصلان ، المناسل مكونة من أنثبيبات عديدة ولها قناة وسطية خلفية ؛ التلقيح داخل ؛ البيض غني بالمح ومغطى بقشرة واقية ؛ التفلح سطحي عادة ؛ التكوين مباشر يمر بعدة إنسلاخات ، أو يمر بعدة أطوار حورية مصحوباً بتحور تدريجي ، أو يمر ببعض أطوار يرقية وتحور كامل ، إلى الطور البالغ ؛ التكاثر البكري يوجد في المن والثرس والدبابير الحوصلية ، إلخ .

بعض الحشرات لا يتعدى حجمها الأوليات الكبيرة ، البعض الآخر يزيد حجمه عن أصغر حيوان فقارى . بعض الخنافس يبلغ طولها ٠,٢٥ سم فقط ، ولكن معظم الحشرات يتراوح طولها بين ٢ و ٤٠ سم . أطول حشرة يبلغ طولها ٢٦٠ سم وهى من الأورثوترا . هناك نوعان من الفراشات الاستوائية يبلغ طول الجناحين فيها مئتين ٢٨٠ و ٢٤٠ سم ؛ بعض الحشرات الحفرية كان إمتداد الجناحين فيها أكثر من ٧٠٠ سم (٢٨ بوصة) .

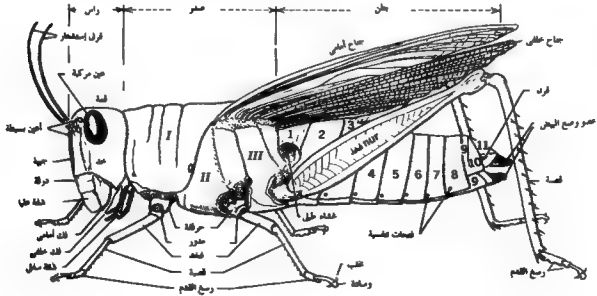
النطاط

يعتبر النطاط مثلاً عاماً للحشرات من الناحية التشريحية . للنطاط أجزاء فم ماضضة ، وعمر بتحور تدريجي أو غير كامل من الأطوار الصغيرة أو الحورية إلى الطور البالغ ، ويعيش مستقلاً لفصل واحد فقط . ينتشر النطاط في الأراضي المنبسطة حيث يتغذى على الحشائش والنباتات الوريقة الأخرى . نطاط كارولينا (ديسوسترا كارولينا) النطاط الأمريكى (هيسر سيرا أمريكانا) ، النطاط الشرق الحامل (روماليا ميكروبترا) ، جميعها أمثلة شائعة .

٢٢ - ٢ الصفات الخارجية

يتركب الجسم من رأس مكون من ست عقل مندجة ، صدر من ثلاث عقل يحمل أرجلاً وأجنحة ، وبطن طويل معقل ينتهي بأعضاء تاسلية (شكل ٢٢ - ١) . يغطي الجسم بهيكل خارجي يحتوي على كيتين ، يُغرز الهيكل الخارجي من البشرة التي تليه للداخل ، وينسلخ بصفة دورية في الحوريات حتى يسمح بالزيادة في الحجم . يتركب الهيكل الخارجي من صفائح صلبة ، أو قطع هيكلية ، يفصل بينها فروع من كيتين لير يسمح بحركة عقل الجسم والأطراف . يوجد بالكيتين ونحته مادة صلبة تعطي الجسم ألواناً مميزة وقائية ، وبذلك تتشابه المطاطات مع البشات التي تعيش فيها .

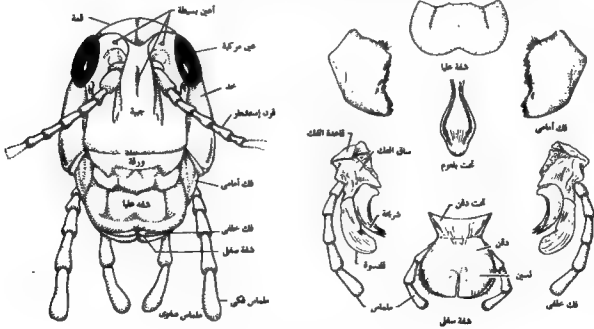
الرأس (شكل ٢٢ - ٢) يحمل زوجاً من قرون استشعار مفصليّة رفيعة مزودة بشعيرات حسية دقيقة ، عيين مركبتين جانبيتين بدون سيقان ويتشابهان في التركيب مع تلك التي لجراد الماء ، وثلاث أعين بسيطة (عيينات) . يغطي معظم الرأس بقطعة صلبة أو فوق القرن يوم له قمة ظهرية ، خدان جانبيين ، وجبة أمامية . يوجد أسفل الجبهة صفيحة عريضة ، الدرق . أجزاء الفم من النوع الماضغ ، وتوجد على الرأس من الجهة البطنية وتشمل (١) شفة عليا عريضة متمفصلة مع الدرق ؛ (٢) تحت بلعوم وسطى يشبه اللسان ويقع خلف الفم ؛ (٣) فكين أماميين مميكن لونهما أسود ، يحمل كل منهما أسناناً على الحافة الداخلية تستعمل في مضغ الطعام ؛ (٤) زوجاً من الفكوك الخلفية يتركب كل فك من عدة أجزاء وملمس حسي رفيع جانبي ؛ و (٥) شفة سفلى وسطية



شكل ٢٢ - ١ : الصفات الخارجية للمطاط ، حشرة كاملة . أنثى - III-1 عقل الصدر ؛ II-1 ، عقل البطن .

عريضة بملامسين قصيرين .

يتركب الصدر من مقدم صدر أمامي كبير له قصبة ظهرية تشبه السرج ، وسط صدر ، ومؤخر صدر خلفي ؛ تحمل كل عقلة من عقل الصدر زوجاً من الأرجل المفصولة ، أما وسط الصدر ومؤخر الصدر فيحمل كل منهما زوجاً من الأجنحة . القطع الصلبة التي تغطي كل عقلة صدرية تكون ترجة ظهرية من أربع صفائح ملتحة ، بلورا من ثلاث صفائح على كل جانب ، وقص بطني من صفيحة واحدة . تتركب كل رجل من خمس قطع هي : (١) حرقفة قصيرة متمفصلة مع الجسم ؛ (٢) مدور صغير ملتحم مع (٣) فخذ قوي ؛ (٤) قصبة شوكية رفيعة ؛ و (٥) رصغ القدم مكون من ثلاثة أجزاء ، الجزء القريب يحمل أربعة أزواج من الواسائد البطينية والجزء البعيد له وصادة لحماية بين تخليين . هذه الواسائد تساعد النطاط على التعلق بالأسطح الملساء ، أما المخالب فإنها تستعمل للأماكن الخشنة . جميع الأرجل تستخدم في المشي والتسلق . لكل رجل من أرجل مؤخر الصدر فخذ كبير يحتوي على عضلات وقصبة طويلة تساعد على القفز . الجناحان الأماميان ضيقان ويعرفان بالغطاءين ويشبهان الرق . الجناحان الخلفيان عريضان غشائيان بهما عروق عديدة ، ويتشيان أسفل الجناحين الأماميين أثناء الراحة . يتكون كل جناح كامتداد كبسي الشكل من غطاء الجسم ، ثم يتفطخ مكوناً غشاء مزدوجاً رقيقاً يحيط بقصبات ، أعصاب ، وأوعية دموية . يتغلظ الجليد حول الجيوب مكوناً عروقاً قوية (شكل ٢٢ - ٣) . عندما يصل الجناح إلى حجمه النهائي ، فإنه يصبح صلباً وجافاً ، ولكن سريان الدم يستمر في بعض العروق . عروق الجناح لها نظام ثابت في الأنواع والمجموعات العليا من الحشرات ولها أهمية كبرى من الناحية التصنيفية .



شكل ٢٢ - ٢ : النطاط . إلى اليسار ، منظر جبهى للرأس . إلى اليمين ، أجزاء القم من منظر أمامي . كلا من مكيون .

البطن اسطوانى نحيف ويتركب من ١١ عقلة ، العقلة الأخيرة متحورة لغرض التزاوج ووضع البيض . يوجد على الجانبين السفليين للصدر والبطن ١٠ أزواج من الفتحات التنفسية الصغيرة ، وهى فتحات الجهاز التنفسى . العقلة البطنية الأولى تعمل على كل جانب غشاء طلياً ، وهو جزء من عضو السمع . يوجد لكل الجنسين شوكتان صغيرتان أو قرنان على الجانبين خلف العقلة العاشرة . فى الأنثى ، يوجد فى نهاية البطن فصان مزدوجان يكونان عضو وضع البيض ، أما فى الذكر ، فيوجد تركيب بطنى يشبه القارب يحتوى على عضو الجماع .

٢٢ - ٣ العضلات

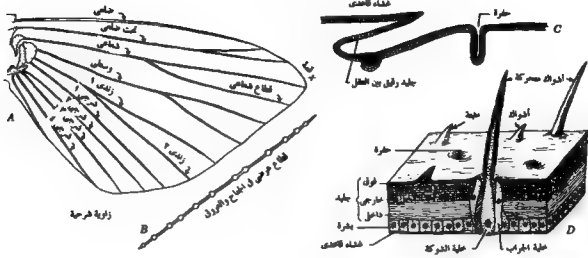
يحتوى الرأس على عضلات مركبة صغيرة تحرك قرون الاستشعار وأجزاء الفم . توجد فى الصدر عضلات كبيرة تتحكم فى الأجنحة والأرجل . فى البطن ، تظهر بوضوح عضلات عُقَلِيَّة ، البعض منها يقوم بالحركات التنفسية ، والبعض الآخر يتحكم فى التراكيب التناسلية .

٢٢ - ٤ الجهاز الهضمى (شكل ٢٢ - ٤)

أجزاء الفم تحيط (١) بتجويف الفم ، الذى يؤدى إلى (٢) مرىء رفيع يمتد إلى (٣) حوصلة كبيرة رقيقة الجدار . يوجد أسفل الحوصلة غدد لعابية متفرعة صغيرة تفرج منها قنوات تفتح عند الشفة السفلى . على الحوصلة (٤) قنطرة صغيرة مبطنة بصفائح . الأجزاء السابقة تكوّن المعى الأمامى وهى مبطنة بجليد . على ذلك ، (٥) المعى الأوسط ، أو المعدة متصل (٦) بسلسلة من ستة أعاور معدنية أصبعية الشكل مزدوجة . المعى الخلفى ، أو (٧) الأمعاء مبطن أيضاً بجليد ، ويتركب من جزء أمامى مدهب ، جزء أوسط رفيع ، ومستقيم كبير يفتح فى (٨) الشرج . يقبض النطاط على غذائه بواسطة الأرجل الأمامية ، الشفة العليا ، والشفة السفلى ، ثم يتم تليينه بالإفراز اللعابى (يحتوى على إنزيمات) ، يمضغ الغذاء بعد ذلك بالفكوك الأمامية والخلفية ، تحمل الملامس أعضاء للتدقيق . الغذاء الذى يتم مضغه يمتزج فى الحوصلة ، ثم ينتقل إلى القنطرة حيث يطحن جيداً بصفى الغذاء بعد ذلك فى المعدة ، وهناك يهضم بواسطة إنزيمات من الأعاور المعدية ثم يمتص . فى المستقيم ، يُسحب الماء الزائد من المواد غير المهضومة ، التى تكوّن كريات برازية صغيرة تمر إلى الخارج عن طريق الشرج .

٢٢ - ٥ الجهاز الدورى

القلب أنبوى رفيع يمتد ظهرياً فى منطقة البطن فى تجويف تامورى ضحل يتكون بواسطة حاجز عرضى رقيق . يدخل الدم إلى القلب عن طريق أزواج من الفتحات الجانبية الدقيقة (ثغور) ، ثم يُدفع للأمام فى أورطى ظهري إلى الرأس . وهناك ، يخرج الدم إلى تجويف الجسم ، أو التجويف الدموى (غير سيلوى) ، بين الأعضاء الداخلية ؛ ثم يسرى ببطء إلى الخلف حول هذه الأعضاء ؛

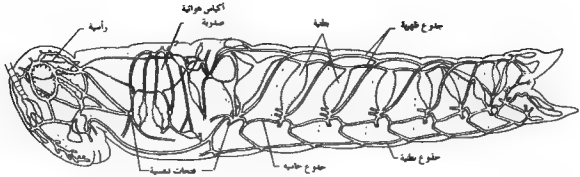


شكل ٢٢ - ٣ : الأجمة وأغطية الجسم في الحشرات . (أ) جناح كامل بين العروق الرئيسية . (ب) قطاع عرضي للجناح والعروق . (ج) قطاع في غطاء الجسم عند اتصال عظمين . (د) تركيب جدار الجسم . (أ ، ب عن ميكلوف وغلث ؛ ج ، د عن سولندجراس .)

وفي النهاية يدخل الدم إلى الجيب التاموري . يسرى جزء من الدم في الأطراف وعروق الأنحة . الجهاز اللوري مفتوح ، أو ذو فجوات ، كما في مفصليات القدم الأخرى ، ولا توجد شعيرات أو أوردة . تحتوي بلازما الدم الرائقة على كريات دم عديدة اللون تعمل كخلايا بلعية تلتهم الكائنات الغريبة . يقوم الدم أساساً بوظيفة نقل الغذاء والفضلات ، إذ يوجد جهاز تنفسي منفصل . يوجد جسم دهني على شكل شبكة نسيجية سائلة بين الأعضاء ، تُخزن فيه المواد الغذائية الاحتياطية ، وخاصة في الصغار قبل التحور .

٢٢ - ٦ الجهاز التنفسي (أشكال ٢٢ - ٥ ، ٢٢ - ٦)

الفتحات التنفسية الزوجية تتصل بمجهاز من الأنابيب الهوائية الإكتودرمية المرنة ، أو القصبات ، التي تتفرع في جميع أجزاء الجسم . الأفرع الدقيقة ، أو القصبات ، تحمل الأوكسجين مباشرة إلى خلايا الأنسجة ، وتنقل ثاني أكسيد الكربون منها إلى الخارج . يتركب جدار القصبة من طبقة واحدة من الخلايا الرقيقة التي تفرز بطانة من الكيتين (تسقط عند الإنسلاخ) ، وتدعم الأنابيب الكبيرة بمخيط لولبي يمنع تداعبها . الجنود الهوائية الطولية تتصل بالفتحات التنفسية على الجانبين . النطاط ، خلاف بعض الحشرات ، له أكياس هوائية رقيقة الجدران ، كبيرة وعديدة ، في منطقتي الصدر والبطن ، حيث يساعد الانقباض والانبساط المتبادلان لجدار الجسم على دفع الهواء داخل وخارج الجهاز القصبي . تحتوي القصبات الدقيقة على سائل يذوب فيه الأوكسجين قبل أن يصل



شكل ٢٢ - ٥ : النطاط . الجهاز التنفسي . الجلوع القصية ، الأكياس الهوائية ، و ١٠ صفحات تنفسية للجانب الأيسر . (عن ألبرت ، ١٩٥٣) .

الحس : (١) شعيرات اللمس وتوجد على أجزاء الجسم المختلفة ، وخاصة قرون الاستشعار ، ملاس الفم ، القرون البطينية ، والقطع البعيدة للأرجل ؛ (٢) أعضاء الشم على قرون الاستشعار ؛ (٣) أعضاء التذوق على الملاس وأجزاء الفم الأخرى ؛ (٤) الأعين البسيطة ، وهي حساسة للضوء والظل ، وقد تكون صوراً غير واضحة من مدى قريب ؛ (٥) الأعين المركبة وتعمل أساساً كتلك التي لجراد الماء ؛ (٦) عضو السمع ، عبارة عن غشاء طبل منبسط يتحرك بتأثير الذبذبات الصوتية في الهواء ، التي تؤثر على نقطة رقيقة تحت الغشاء تتصل بألياف عصبية حسية . يصلر النطاط أصواتاً تنتج عن احتكاك القصبة الخلفية الخشنة بعرق من عروق الجناح ، فيؤدي ذلك إلى اهتزازة .

٢٢ - ١٠ الجهاز التناسلي (شكل ٢٢ - ٨)

الجنسان منفصلان . في الذكر ، توجد خصيتان ، تتركب كل منهما من سلسلة من الأنبيبات الرفيعة أو الحويصلات ، متصلة بقناة ناقلة تمتد طويلاً . تتحد القناتان الناقلتان لتكونا قناة قاذفة مشتركة وسطية متصلة ببغدد إضافية ، تفتح القناة القاذفة في نهاية عضو جماع ذكرى بطني كبير . في الأنثى ، يتكون كل مبيض من عدة أنابيب بيض مدببة أو أنابيب مبيضة ، ينتج فيها البيض ، وتؤدي إلى قناة بيض . تتحد قناتا البيض لتكونا مهبلًا وسطيًا يتجه للخلف ويتصل بمستودع منوى صغير ، يتم استقبال الحيوانات المنوية فيه عند الجماع وتخزينها . تفتح القناة الانثوية بالقرب من دليل البيض البطني .

٢٢ - ١١ تاريخ طيعي

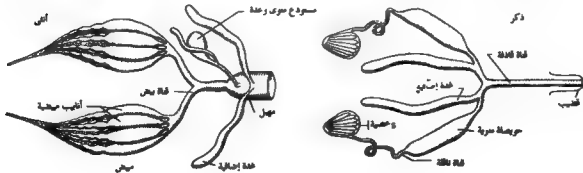
في الأيام النافذة من بداية فصل الربيع يفقس البيض الذي وضع في الخريف السابق وتخرج منه حوريات صغيرة . تشبه هذه الحوريات الحيوانات البالغة ولكن تختلف عنها في نسب الجسم كما أنه

أماكن جديدة يكثر فيها الغذاء ، وقد تسبب أضراراً للمزارع والمحلات ، تبلغ التغذية ذروتها في منتصف الصباح للأيام المشمسة ذات الرياح الضعيفة . الحيوانات البالغة لبعض الأنواع قد تتجمع في أسراب كبيرة وتقوم بهجرات طويلة .

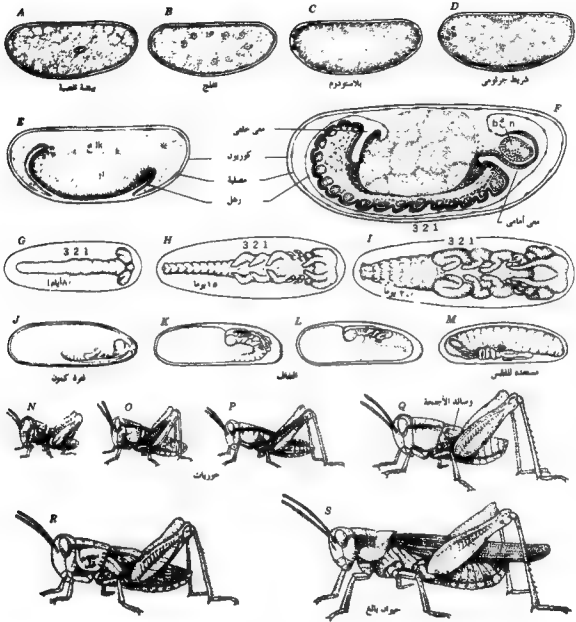
يقع النطاط فريسة لحيوانات مفترسة عديدة . يلتهم البيض بواسطة بعض الحنافس ، ذباب النحل ، الخلد ، الطربان والفئران ؛ والحوريات بواسطة الذباب النهاب والديابير الحفارة ، وتقترب الحوريات والحيوانات البالغة معاً بواسطة حشرات مفترسة كبيرة والضفادع والزواحف والطيور والثدييات . تتطفل بعض الحشرات على البيض . ذباب اللحم (ساركوفاجا) يضع يرقات حية على الحيوانات البالغة ، وذباب التاكينيد يضع بيضه على النطاط أثناء الطيران ؛ ويرقات هذين النوعين تحفر في جسم عائلتها وتستهلك الأنسجة الدهنية . هذا النطاط المتطفل عليه يصبح خاملاً ولا يمكنه التكاثر ، وقد يموت . لذلك تحتر الحشرات المتطفلة عاملاً هاماً في مقاومة النطاط . الأمراض الفطرية والبكتيرية تقضي أيضاً على النطاط . يقاوم الإنسان النطاط مستخدماً الرش بمواد كيميائية سامة عديدة والطعوم السامة في الحقول التي تكثر بها النطاطات .

٢٢ - ١٢ التكاثر

عندما يصل النطاط إلى طور البلوغ في الصيف ، يبدأ في التزاوج . يتعلق الذكر بظهر الأنثى ، ثم يدخل عضوه التناسل في مهبلها ، ويدفع بالحيوانات المنوية . بعد فترة ، يبدأ وضع البيض . يبلغ طول البيضة من ٣ إلى ٥ مم ، وتضع الأنثى حوالي ٢٠ بيضة في المرة الواحدة ، والأنثى الواحدة يمكنها أن تضع حتى عشر مرات ، يموت الأبوان عادة بعد إنتهاء عملية التزاوج . في المبيض ، تحاط كل بيضة بغشاء مع رقيق وقشرة مرنة بنية ، أو كوريون ، يحتوي على ثقب رقيق أو نقر ، تدخل الحيوانات المنوية عن طريقه أثناء الوضع . تستخدم الأنثى عضو وضع البيض في عمل نفق قصير في



شكل ٢٢ - ٨ : الجهازان التناسليان في الحشرات ؛ رسم تخيلي . (عن ستودجراس) .



شكل ٢٢ - ٩ : التكوين في الطاق. (أ) بيضة مخضرة - اطة بكوريون. (ب) فلفل، الأنوية متناثرة. (ج) خلايا البلاستودوم تمطيل. (د) شريط جرثومي متكبد. (هـ) جنين ميكرو، مصلية ورطل مدكر. (و) جنين متأخر به عقل (ز) جنين ٨ - أيام. (ح) جنين ١٥ - مأ. (ط) جنين ٢٠ - يوماً مستعد حادة كمون؛ ١، ٢، ٣، عقل صدرية. (ي) جنين في فترة كمون. زئ، ل (بلاستوكينيز، أو الطاق الجينين. (م) الجنين قبل الفقس. (ن - ح) أطوار الحورية الخمس، مع زيادة تدريجية في الحجم، وتكون وسائد الأجنحة. (ق) حيوان بالغ بأجنحة. (أ - و)، قطاعات سمعية عامة عن يوهانسن وريوت؛ ز، ح، مناظر بطيئة، عن ميلر، ١٩٣٢؛ ك - م، مناظر جانبية عن بوركهولدر، ١٩٣٤؛ ن - ق، محورة من إمرتون في رايلى، ١٨٧٨).

الأرض تضع فيه البيض ، يلتصق البيض مع بعضه البعض ككتلة بيض واحدة . يبدأ الحو في الحال ويستمر لمدة ٣ أسابيع تقريباً حتى يصبح الجنين كامل التكوين . على ذلك فترة راحة ، أو فترة كمون حتى الربيع ، يُستأنف بعدها الحو ، ثم يفقس البيض وتخرج الصغار التي تزحف على سطح الأرض . تعتبر فترة الكمون وسيلة للبقاء على قيد الحياة خلال الظروف الجوية القياسية كالبرودة ونقص الغذاء في فصل الشتاء .

نواة التلقيح داخل ع البيضة تنقسم إلى أنوية تفلجية متناثرة . تهاجر هذه الأنوية إلى محيط المح ، وكل نواة تحيط نفسها بهيكل لازم وجدار خلوية ، تكون الخلايا طبقة طلائية (بلاستودرم) حول المح . تتفكك خلايا منطقة بطنية محددة مكونة شريطاً جرثومياً يُنتج الجنين فيما بعد ، الخلايا الجانبية والظهريّة تكوّن الغلاف الجنيني ، أو المصلية ، (شكل ٢٢ - ٩) . عند أطراف وجوانب الشريط الجرثومي ، تتكون ثنيات ؛ تكون طبقاتها الخارجية ، داخل المصلية ، غشاء الرجل ، الذي يحيط بالجنين داخل تجويف رمل تشتهى لأعلى ثلثة بطنية طويلة على امتداد الشريط الجرثومي مكونة طبقة (ميزودرم + ؟ إندودرم) فوق الشريط الجرثومي . تنقسم هذه الطبقة بأخاديد عرضية ، من الأمام للخلف ، إلى سلسلة طويلة من العقول ، التي تكوّن فيما بعد الرأس وأطرافه ، الصدر وأرجله ، والبطن المعقل . ينشأ المعى الأمامي كحفرة في مقدمة الجسم ، وكذلك ينشأ المعى الخلفي في مؤخرة الجسم بطريقة مشابهة . وفيما بعد يتكون المعى المتوسط من خلايا الإندودرم ، وبذلك تصبح القناة الهضمية قناة مستمرة . تتكون القصبات كإنبعاجات جانبية مزدوجة من الإكودرم . ينشأ الجهاز العصبي من تفرع الإكودرم البطني مكونا شريطين من الخلايا يمتدان طولياً ، تنتج فيما بعد الحبال العصبية ، العقد ، والمخ .

نحل العسل

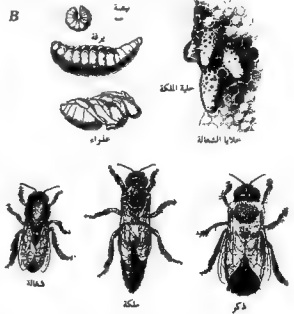
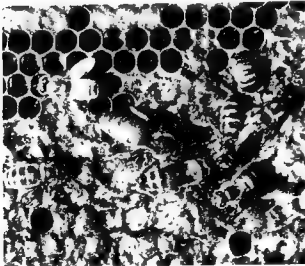
٢٢ - ١٣ حشرة إجتماعية

نحلة العسل ، **إيس ميليفرا** (رتبة هيمينوبترا) تشبه النمل في التركيب العام ، إلا أن لها بعض الصفات المميزة . للنحلة أجزاء فم ماضغة وماصة ، كما أن لها تحوراً كاملاً من البرقة دودية الشكل إلى طور العفراء ومنه إلى الطور البالغ الطيار ، وتتغذى النحلة على الرحيق وحبوب اللقاح ؛ وتعيش معيشة إجتماعية في مستعمرات دائمة تتضمن ثلاث فئات (شكل ٢٢ - ١٠) . الملكة تضع البيض ؛ الذكور ، عملها الوحيد هو تلقيح الملكات الجديدة ؛ وآلاف من الإناث العقيمة ، أو الشغالة ، تقوم ببناء خلايا النحل وحراستها ، وتقديم الغذاء لجميع الفئات ، وخدمة الملكة ، ورعاية الصغار . نحل العسل البرى يعيش في فجوات طبيعية بالأشجار والصخور ، ولكن الإنسان قام باستئناس هذا النوع جزئياً وبني له خلايا من الخشب . تعيش كل مستعمرة وسط أقراص عمودية من الشمع ، تحوى على خلايا جانبية صغيرة ، تستخدم في تخزين العسل أو حبوب اللقاح ، وأيضاً لرعاية الصغار . تجمع الشغالة الرحيق السائل من الأزهار ، ثم يحدث له تغير كيميائى ويخزن

كشراب كربوهيدراتي الذي نعرفه باسم عسل النحل . تجمع الشغالة أيضا حبوب اللقاح كمصدر للبروتينات لليرقات أثناء نموها . بالإضافة إلى ذلك ، تجمع الشغالة مواداً صمغية من براعم النباتات تستعملها في سد الشقوق التي بالخلايا وطلائها ، فتحميها من الرياح والماء . شغالة النحل تستخدم أعضاء السمع في حماية المستعمرة وما بها من عسل ضد السرقة بواسطة حيوانات أخرى ، من النحل إلى الدببة .

٢٢ - ١٤ التركيب والوظيفة

جسم النحلة (شكل ٢٢ - ١١) معطى بشعيرات كثيفة ذات شعيرات جانبية تستقر فيها حبوب اللقاح بسهولة . توجد شعيرات غير متفرعة على الأعين المركبة والأرجل . تحمل قصبة الرجل الأمامية شعيرات قوية تعرف بفرشات العين ، وهي تستخدم في تطيف الأعين المركبة ، أما الطرف البعيد للقصبة فإنه يحمل شوكة مفلطحة متحركة ، أو الشظية . وهذه الشظية تنطبق على ثلثة مبطن بأشواك على الطرف القريب لرسغ القدم ، مكونة مشط قرن الاستشعار ، يسحب خلاله قرن الاستشعار لإزالة حبوب اللقاح أو المواد الغريبة الأخرى . توجد شعيرات طويلة على القطعة الأولى الكبيرة لرسغ القدم ، تكوّن فرشاة حبوب لقاح اسطوانية لتجمع حبوب اللقاح من الأجزاء الأمامية للجسم . وفي الرجل الوسطى ، يحمل رسغ القدم المفلطح فرشاة مماثلة لإزالة حبوب اللقاح من الأرجل الأمامية وأجزاء الجسم القريبة ؛ والطرف البعيد الداخل للقصبة يحمل شوكة تستخدم

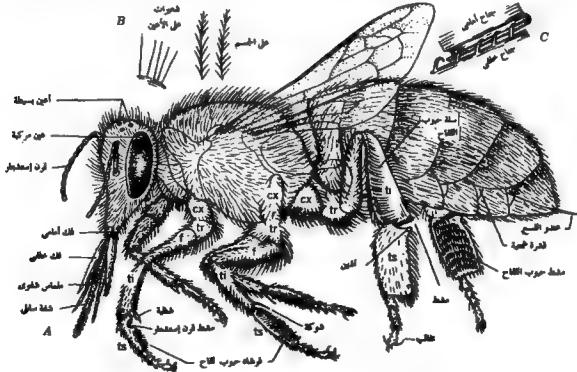


شكل ٢٢ - ١٥ : نحل العسل ، إيس ميلغرا (رتبة هيميتورا) . (أ) صورة للثقة (بطن طويل) ، ذكر (إلى اليسار لأعلى) ، وشغالة ، على قرص به خلايا حضانة مغطاة وضوغة . (ب) مراحل نمو ، والعلات فلت البالغة مكبرة قليلاً ، جزء من قرص مخزل . (عن فيليس ، ١٩١١) .

في التقاط الشمع . في الرجل الخلفية ، القصبة العريضة مقعرة قليلاً للخارج وتغطى بشعيرات مقوسة مكونة سلة حبوب اللقاح . وهذه السلة مشط من شعيرات قوية (يكتين) ، يوجد عند طرفه البعيد ولأسفل مباشرة صفيحة مفلطحة أو أذن على الطرف البعيد لرسغ القدم . يحمل السطح الخارجي لرسغ القدم فرشاة حبوب اللقاح لتنظيف الجسم من الخلف ، كما يوجد على سطح الرسغ الداخل حوالي ١٠ صفوف من الأشواك القوية المعقوفة لأسفل والتي تكون مشط حبوب اللقاح .

تتمدد الأجنحة الرقيقة على الظهر أثناء الراحة . عند الطيران ؛ يتشابه الجناحان في كل جانب بواسطة خطايف دقيقة ، تقع هذه الخطايف على حافة الجناح الخلفي وهي تتعلق بميزاب على الحافة الخلفية للجناح الأمامي (شكل ٢٢ - ج) . قد تتذبذب الأجنحة ٤٠٠ مرة في الثانية مع حركة أطرافها في مسار على شكل ∞ . الشغالة لها القدرة على الطيران لمسافات طويلة ، قد تصل إلى ٨ أميال .

تستخدم الفكوك الأمامية المساء للشغالة في جمع حبوب اللقاح ، كما تساعد في صب الشمع لعمل الأفراس . تكون الفكوك الخلفية والملامس الشفوية أنبوبة حول اللسان الرفيع ، أو الشفة السفلى . يُسحب الرحيق السائل إلى الحوصلة الكبيرة ، أو معدة العسل ، بواسطة حركات اللسان




شكل ٢٢ - ١١ : شغالة نحل العسل . (أ) أجزاء القمم ، التراكيب المخصصة لحبوب اللقاح ، وعضو اللسع . (ب) الشعيرات . (ج) آلة تشابه الأجنحة . قطع الرجل ح ر ، حوصلة ، م د ، طور ، ف ، فخذ ، ق - ، قصبة ، راق ، وسع القدم . (منقولة جزئياً عن كاسيل ، ١٩١٢) .

والقوة النافذة للبلعوم . يوجد خلف الحوصلة ، شفه مثلثة تكوّن صماماً (سدادة الصل) يمنع دخول الرحيق أو الصل إلى المعدة ، إلا عند الحاجة إليه كغذاء . يتصل بالأمعاء الرفيعة ١٠٠ أنبوبة مليئة تقريباً ، والمستقيم الكبير يساعد في تراكم البراز إلى أن يطرد للخارج عن طريق الشرج بعد مغادرة النحلة للخلية .

عضو اللسع ماعو إلا عضو وضع بيض متحور ، لذلك يوجد في الشغالة والملكات فقط . يتركب عضو اللسع من (١) غمد ظهري مجوف ، و (٢) حرتين بميزاين على سطحهما الداخليين ، يمكنهما الإنزلاق على بعضهما البعض بفعل عضلات عند قاعدتهما الداخليتين ، (٣) ملصاق اللسع الحسيين على الجانبين ، و (٤) كيس سم وسطي كبير مزود بغدتين حمضيتين وغدة قلووية رفيعة . يدفع السائل إلى الجرح الذي تحته الحرتان . تموت الشغالة في خلال يومين بعد إستعمالها لعضو اللسع ، إذ ينفصل جهاز اللسع كاملاً ومعه بعض الخلايا المجاورة من الجسم عند اللسع . عضو اللسع الرفيع للملكة يستخدم في نزال الملكات المنافسة ، ويمكن إستعماله لأكثر من مرة .

لكل قرن استشعار قصير حفر فمية عديدة لها حاسة شم حادة ، ولكل عين مركبة أعين بسيطة عديدة (شكل ٢١ - ٦) ، والمخ كبير . يستخدم النحل حاستي الشم والإبصار في معرفة طريقه وفي البحث عن غذائه . ويمكن تدريبه على زيارة مصدر غذاء له الرائحة معينة أوله علاقة بألوان خاصة ، عدا اللون الأحمر ، إذ لا يمكن للنحل أن يميز بينه وبين اللون الأسود . تفرز الغدد التي على البطن رائحة عندما يحس النحل بالخطر ، وقد تستخدم هذه الرائحة في تمييز مصادر غذاء جديده في الحقول . نحل الصل له حاسة توجيه جيدة ، وتعود كل نحلة إلى خليتها الخاصة . إذا تغير مكان الخلية ، فإن الشغالة الفاتية تعود للموقع القديم ، ولكن إذا كانت الشغالة موجودة داخل الخلية أثناء عملية النقل ، فإنها تأخذ في الاعتبار الموقع الجديد للخلية عند المغادرة والعودة .

٢٢ - ١٥ الغذاء

النحلة الشغالة ، عند اكتشافها لمصدر غذاء في الحقل ، فإنها تملأ معدتها بالرحيق ، ثم تعود إلى المستعمرة ، وهناك إما أنها تضع الرحيق الذي جمعت أو تغذي به صغار النحل . عندما يكون مصدر الغذاء على بعد أقل من ١٠٠ ياردة (٩٠ متراً) ، فإن الشغالة تؤدي « رقصة دائرية » بأن تدور يمينا ويساراً في تناوب سريع . إذا كان مصدر الغذاء أبعد من ذلك ، فإنها تؤدي رقصة مختلفة تدل بها الشغالة الأخرى على الاتجاه والبعد لمصدر الغذاء . تبدأ الشغالة من نقطة معينة ثم تدور نصف دائرة ، ثم تعود في خط مستقيم إلى نقطة البداية وهي تهب بطنها ، وتدور بعد ذلك مرة أخرى في نصف دائرة في الاتجاه المضاد ، تعود بعدها مرة أخرى إلى نقطة البداية . تخطط العنق لهذه الرقصة له شكل  منضبط ، مكرراً عدة مرات . ومع ذلك ، أوضحت التجارب التي أجراها فير ومعلونوه ، أنه على الرغم مما عرف عن « الرقص » و« لغة النحل » المزعومة ، فإنه من الممكن تفسير كل قدرة النحل تقريباً على اكتشاف الغذاء على أساس الرائحة فقط . نوعية المصدر الغذائي

يمكن توصيلها لأفراد آخرين عن طريق رائحة الغذاء العالقة بجسم النحلة أو من الرحيق الذى تم جمعه . يلمس النحل الآخر جسم النحلة المكتشفة بقرون إستشعره ويتم ذلك فى ظلام الخلية ، ويمكن للنحل أن يجد مصدر الغذاء متتبعا رائحة المنقولة للغذاء .

عندما تزور نحلة زهرة ما ، (١) فإن حبوب اللقاح التى تُجمع بالفكوك الأمامية تترطب بالعسل و (٢) تخلط مع تلك التى جمعت فوق فرش حبوب اللقاح للأرجل الأمامية ؛ (٣) ثم يؤخذ بواسطة فرش حبوب اللقاح على الأرجل الوسطية التى بدورها (٤) تسحب بين أمشاط حبوب اللقاح للرسغ الخلفى ؛ (٥) بعد ذلك يكشط كل رسغ قدم على الرجل المقابلة لتوضع حبوب اللقاح على مشط السطح الخارجى للأذن ، (٦) عندئذ رسغ القدم على القصبة ، تدفع حبوب اللقاح لأعلى وتُعبأ فى سلة حبوب اللقاح . وبذلك تجمع النحلة كمية كبيرة من حبوب اللقاح اللزجة فى سلتى حبوب اللقاح ، تعود بعدها إلى المستعمرة ، وهناك تدفع بحمولتها إلى الخلية ، ويتم هرسها برؤوس الشفالة الصغيرة . المادة اللزجة تُحمل بطريقة مشابهة ، ولكنها تُنقل بواسطة شفالة أخرى .

يُعالج الرحيق فى معدة العسل بأنزيمات لعابية ، حيث يتحول سكر القصب (سكروز) إلى ديكستروز وليفولوز . عندما تعود الشفالة إلى المستعمرة ، فإنها تُفرغ هذا السائل فى خلية بالقرص ، وهناك يتلعه الشفالة الصغيرة فى فمها وتجرى عليه تغيرات كيميائية أخرى ؛ ثم تقوم بتبخير الماء الزائد وذلك بالتبوية بواسطة أجنحتها ، وفى النهاية تسد الخلية بالشمع . يتكون عسل النحل فى المتوسط من ١٧ فى المائة ماء ، ٧٧,٥ ٪ سكريات بالإضافة إلى كميات صغيرة من الأملاح المعدنية والإنزيمات وحبوب اللقاح ؛ يختلف لون العسل ومذاقه تبعاً لمصدر الرحيق .

٢٢ - ١٦ التكاثر

الجهاز التناسلى ضامر فى الشفالة ، ولكنه على درجة عالية من التكوين فى الملكات . بعد سبعة أيام من خروج الملكة الصغيرة ، تتزوج مع ذكر عالياً فى الجو . تفصل أعضاء الجماع للذكر وتبقى فى الكيس المنسل للملكة ، إلى أن تُزال بواسطة الشفالة بعد عودتها للمستعمرة . الحيوانات المنوية التى نقلت إلى المستودعات المنوية للملكة يجب أن تكون كافية للييض الملقح التى ستضعه الملكة . تكبر المبايض حتى تملأ بتجويف البطن الطويل ، وفى خلال يوم أو يومين تبدأ الملكة فى وضع البيض . يمكن للملكة التحكم فى عملية الإخصاب . البيض غير المخصب ينتج الذكور (ذات عدد فردى وراثيا ، ١٦ كروموسوم) ، والبيض المخصب يكون الإناث (ذات عدد زوجى ٣٢ كروموسوم) . فى الفصل الذى يكثر فيه الرحيق ، تضع الملكة حتى ١,٠٠٠ بيضة يومياً ، وتلصقه كلا فى قاع خلية . البرقة دودية الشكل دقيقة ، وليس لها أرجل أو أعين . تُطعم جميع يرقات بالغذاء الملكى لمدة يومين ، وهو ينتج من الغدد البلعومية للشفالة الصغيرة . بعد ذلك ، تُغذى يرقات الذكور والشفالة بعسل وحبوب لقاح ، بينما تداوم يرقات الملكات على الغذاء الملكى ، وبذلك فهى تنمو بطريقة مختلفة كما أنها تصبح أكبر حجماً . تتسلخ كل برقة عدة مرات وتنمو ، ثم تنطى

خلاياها بالشمع ، وتنسج البوقة حول نفسها شرنقة رقيقة وتنحور إلى عناء ، وبذلك تمر بتحور كامل ، وفي النهاية تنشق غطاء الخلية بواسطة فكها الأماميين وتخرج كمنحلة صغيرة . فترة التكوين تكون محددة وثابتة لكل فئة نتيجة لتنظيم درجة الحرارة داخل المستعمرة .

الملكة : البيض ، ٣ ؛ البوقة ، $\frac{1}{4}$ ؛ العذراء ، $\frac{1}{4}$ ؛ ٧ = ١٦ يوماً

الشفالة : البيض ، ٣ ؛ البوقة ، ٦ ؛ العذراء ، ١٢ = ٢١ يوماً

الذكر : البيض ، ٣ ؛ البوقة ، $\frac{1}{4}$ ؛ العذراء ، $\frac{1}{4}$ ؛ ١٤ = ٢٤ يوماً

تعتبر نحلة العسل للإنسان رمزاً للصناعة والتعاون ، تجمع الغذاء عند توفره لوقت الحاجة في الشتاء . دفاً الربيع يؤدي إلى ظهور زهور مكبرة ، تجمع الشفالة الرحيق وحبوب اللقاح ، تضع الملكة البيض بسرعة ، تظهر شفالة جديدة ويحدث تضخم في أفراد المستعمرة . هذا التضخم يؤدي إلى ظهور الأسراب ، إذ تخرج الملكة القديمة وآلاف الشفالات بأسراب كثيفة وتطير إلى موقع جديد سبق تحديده بواسطة شفالة مكشوفة . يسبق ذلك ، تكوّن بعض يرقات ملكية في المستعمرة القديمة . عندما تخرج إحدى هذه الملكات ، فإنها عادة تلدغ اليرقات الملكية الأخرى ، ثم تلتقي عند الطيران عالياً ، تعود بعدها إلى المستعمرة القديمة لتدعمها بوضع البيض . الملكة يمكنها أن تعيش ثلاثة إلى خمسة مواسم تضع خلالها مليون بيضة . تنتج الذكور عند توافر الرحيق ، ولكن بعد فترة ، مع إنباء موسم التزاوج ، فإنها تطرد عالياً خارج المستعمرة وتترك يموت جوعاً . العديد من الشفالة التي تمقس في الخريف تعيش حتى الربيع ، ولكن تلك التي تولد مبكراً خلال السنة ، فإنها تستهلك طاقتها بعد أسرع - كالبطارية - وتعيش فقط ٦ إلى ٨ أسابيع

٢٢ - ١٧ المستعمرة

يتكون كل قرص في المستعمرة (شكل ٢٢ - ١٠) من لوح عمودي من الشمع ، مثبت في قمة إطار وجوانبه . خلايا الشفالة ، التي ترى فيها الشفالة ويخزن بها العسل أو حبوب اللقاح ، يبلغ عرضها ٥ م ، أما خلايا الذكور فيبلغ عرضها ٦ م ، وهي تستعمل لتربية الذكور والتخزين . خلايا الملكة كبيرة ، عمودية ، تشبه حبة الفول السوداني ، وتبنى عند حواف القرص السفلى ، وتستخدم في تربية الملكات . يُفرز الشمع على هيئة قشور صغيرة من غدد في جيوب أسفل البطن في الشفالة . تستخدم الأقراص لسنين بعد بنائها ، وهي تنظف وتصل عند إعادة استخدامها .

نخل العسل يكاد يكون هو الحيوانات الوحيدة التي تقوم بعملية « تكييف الهواء » . في فصل الصيف ، يحرك النحل أجنته بشدة لتبوية المستعمرة ، ولتحافظ على درجة الحرارة في الداخل عند ٣٣°م ، وذلك لتربية الصغار ، كما يعمل على تبخير الماء الزائد من العسل في الخلايا المكشوفة . في الجو الحار الجاف ، يحمل النحل الماء إلى المستعمرة لترطيبها وتخفيف العسل إذا لزم الأمر . في فصل الشتاء ، يستخدم العسل المخزون كغذاء ، كما يُكون تجمعات متلاصقة ويُنتج حرارة بواسطة نشاط الجسم وحركة الأجنحة . تتكون هذه التجمعات عند درجة حرارة ١٤°م (٥٧°ف) أو أقل ،

ويمكنها رفع درجة حرارة المستعمرة إلى ٥٢٤°م أو ٥٣٠°م ، حتى عندما يكون الهواء الخارجي عند درجة التجمد أو أقل .

تختزل مستعمرات النحل عندما ينذر الحريق أو حبوب اللقاح وأيضاً عندما يستهلك العسل المختزن في الشتاء . النحل البالغ يعتبر غذاء للعلاجيم ، والظربان ، والذبية ، وهذه الأخيرة تقبل بشهية على العسل أيضاً . وهناك نوعان من مرض « الفقس الخبيث » وهما خطران ، ويسببان خسارة فادحة للمستعمرات ، ما لم تتم السيطرة عليهما .

حشرات أخرى

٢٢ - ١٨ الشكل والوظيفة (انظر شكل ٢٢ - ١٨ وجدول ٢٢ - ٢)

الأنطوار البالغة للحشرات ، عدا القليل منها ، تتشابه في وجود زوج واحد من كل من قرون الاستشعار والأعين المركبة ، رأس ملتصقة ، صدر من ثلاث عقل به ست أرجل (لذلك تعرف الحشرات بسداسية الأرجل) ، وبعطن مميز . في نطاق هذه الحدود ، يتباين أفراد مختلف الرتب ، والفصائل ، والأنواع ، تبايناً كبيراً في التركيب التفصيلي والعادات والعديد من صفاتها ، تعتبر تحورات تكيفية لطرق معيشة معينة .

ينتج التلون من مواد صبغية (كيميائية) ، أو تراكيب سطحية (فيزيائية) ، أو من كليهما معاً . بعض المواد الصبغية تترسب في الهيكل الخارجي ، والبعض الآخر في البشرة أو مناطق أعمق منها . الألوان الزاهية لبعض الخنافس ، أبو دقيق ، وغيرها تنتج من التداخل المتباين للضوء الواقع على عروق سطحية مجهرية أو صفائح متوازية من الجليد . العديد من الحشرات لها تلوّن واقٍ إذ تشابه بيئاتها التي تعيش فيها . بعض الحشرات التي تعتبر سيئة المذاق لها ألوان التحذير ، وهناك حشرات غير ضارة تتماكي في اللون أو المظهر حشرات أخرى سيئة المذاق أو سامة (شكل ١٣ - ١٢) .

الجليد الخارجي يكون غالباً شمعياً ليس من السهل ترطيبه . الجسم متحور إلى الشكل الانسيابي في بعض أنواع البق والخنافس المائية ، أو منضغط في الصراصير وغيرها التي تعيش في شقوق ، أو مغزلي الشكل في ذباب التين سريع الطيران . الغطاء الشمعي لبعض الفراشات ليالية النشاط قد يعمل كعازل ضد البرد ، والشعيرات التي توجد على العديد من الذباب والنحل تستخدم في جمع حبوب اللقاح .

قرون الاستشعار تكون ريشية في بعض البعوض والفراشات ، ومتباعدة الأشكال في الخنافس . جميع الحشرات لها أعين عدا بعض اليرقات التي تعيش بعيداً عن الضوء ، بعض الأنطوار البالغة التي تقطن الكهوف أو أعشاش النمل الأبيض أو النمل ، بعض القمل القارض ، والأفراد اللاجنسية لبعض النمل ومعظم النمل الأبيض . أجزاء الفم من طرازين رئيسيين ؛ إما للمضغ أو الامتصاص ، كما في النطاط وغلة العسل بالترتيب . العديد من الأنواع التي لها أجزاء فم ماصة تكون مزودة بوسائل

لتغلب الأنسجة ، كما في البعوض والبراغيث التي تفرس حيوانات أخرى ، والمن الذي يقبض النباتات .

الأرجل متنوعة التحور ، للجري في خنافس العمور ، للقفز في البراغيث ، للسباحة في بق وخنافس الماء ، للانزلاق في صرار الماء ، للحفر في صرصور الخلد ، وللغزل في الإمبيدات .

الأجنحة تكون عادة رقيقة وغشائية . الأجنحة الأمامية تصبح صلبة كاللدروع في الخنافس ، وقد تكون جلدية كما في بعض الأورثوتيرا ، وفي الهيميتيرا يكون النصف الأمامي سميكاً . في الذباب (دييترا) وذكر الكوكسيديا ، ويمثل الزوج الخلفي من الأجنحة بدبوسى توازن دقيقين ، والزوج الأمامي يكون ضامراً في ذكر السيتولويد . هناك حشرات عديدة الأجنحة كالحشرات البدائية (بروتورا ، ثيرانورا ، اغ) ، القمل ، البراغيث ، وبعض الأنواع المتطفلة ، الحمل والحمل الأبيض عديم الأجنحة أيضاً عدا بعض الأفراد الجنسية (شكل ٢٢ - ١٨) . في العديد من الحشرات تكون للجنين أطراف بطنية ، وهي نادرة جداً في الأطوار البالغة عدا القرون وأعضاء الجماع .

المضلات عديدة ومعقدة ، يوجد في يرقة الليبلوتيرا حوالى ٢,٠٠٠ عضلة . العديد من الحشرات تتمتع بقوة لا تتناسب مع حجمها بالمقارنة بالحيوانات الكبيرة ، فمثلا ، نحلة العسل يمكنها سحب ما يعادل وزنها عشرين مرة ، كما يمكنها حمل ثقل يعادل أربعة أمماس وزنها أثناء الطيران .

ال جهاز الهضمي بين تحورات متنوعة تبعاً لطرق التغذية . الغدد اللعابية للحشرات الماصة للدم تنتج مواداً مانعة للتجلط ، تجل الدم في حالة سبولة أثناء إمتصاصه وهضمه . التنفس يتم بواسطة جهاز قصبي في معظم الحشرات ، ولكنه قد يتم عن طريق غطاء الجسم الرقيق في الكولبولا ، وبعض البروتورا ، وبعض يرقات طفيلية داخلية . الأطوار البالغة للحشرات المائية التي يمكنها الغطس ، تحمل معها لأسفل طبقة رقيقة من الهواء على السطح الخارجى لأجسامها غير القابلة للبلل ، أو أسفل الأجنحة ، ويستخدم هذا الهواء في التنفس . بعض اليرقات المائية ، كيرقات البعوض ، تمد فتحاتها التنفسية فوق سطح الماء لتنفس ، ولكن يرقات ذباب الكاديس وغيرها لها خياشيم رقيقة - قصبية أو دموية - تأخذ الأوكسجين الذائب في الماء . بعض اليرقات التي تعيش بين المواد العضوية المتحللة في القاع تعاني من نقص الأوكسجين ، لذلك من المحتمل أنها تحصل على حاجتها التنفسية من الأوكسجين الناتج عن عمليات التخميل الفعّال .

الجهاز العصبي شبيه بذلك بين الحلقيات في حالة الحشرات الدنيا وفي العديد من يرقات الأنواع العليا ، إذا أن له عقداً مزدوجة في كل عقلة من عقل الجسم ، ولكن في الأطوار البالغة لبعض الذباب وغيره ، تتركز العقد الخلفية في مكان متقدم بالجسم . بعض الحشرات لها القلعة على إصدار أصوات ، كما في العديد من الأورثوتيرا ، الهيميتيرا ، زيز الحصاد ، بعض القراشات ، بعض البعوض والذباب ، وبعض الخنافس والنحل . تبتان ميكانيكية إصدار الصوت ، في البعض تكون مجرد أصوات عرضية صادرة عن الأجنحة عند الطيران . بعض الحشرات تتميز بقدرتها على إنتاج ضوء كالديدان المتوهجة ، اليراع (الذباب التلوى) ، وغيرها ، البعض يعطى إشارات ضوئية متقطعة منتظمة .

٢٢ - ١٩ التوزيع

بعض الحشرات كالذباب المنزلي تختار أكثر الأنواع إنتشاراً في قارة أو أكثر ، في حين أن بعض الأنواع الأخرى لا يتعدى إنتشارها بضعة أمثله . تنتشر الحشرات من مناطق في مستوى سطح البحر إلى مناطق يزيد ارتفاعها عن ٢٠,٠٠٠ قدم (٦,١٠٠ متر) في أعالي الجبال . وقد بين المسح بالطائرة أن العديد من الحشرات تعيش في الهواء ، وخاصة أثناء النهار خلال فصل الصيف ، وغالباً لا تتعدى ارتفاع ١,٠٠٠ قدم (٣٠٥ متر) ، ولكن أمكن الحصول على البعض عند ارتفاع ١٤,٠٠٠ قدم (٤,٢٠٠ متر) وبهذه الطريقة ، تنقل الأنواع بصفة دائمة لمناطق جديدة . بعض الحنافس وغيرها تعيش على شواطئ البحار في مناطق المد والجزر ، وهناك أنواع قليلة من صرار الماء تعيش على سطح المحيط ، أيضاً توجد أنواع قليلة جداً من الحشرات البحرية المفجورة .

٢٢ - ٢٠ الإنتشار الموسمي

تعرض الحشرات التي تعيش على سطح الأرض لتغيرات قصوى في الأحوال الجوية ، لا تعرض لها تلك التي تقطن البحر . لا بد لهذه الحشرات الأرضية أن تتحمل التغيرات الفصلية في درجة الحرارة وكمية الغذاء . العديد من الأنواع تكثر أعتادها في الفصول النافذة ، وتتناقص كثيراً في الفصول الأخرى . البعض ، مثل ذات الغلاف الأصفر تقضي الشتاء كأطوار بالغة مخفية في بيوت شتوي في غطاء حيث تختزل عمليات الأيض بالجسم بدرجة كبيرة . البعض الآخر يتحمل الصيف كملار أو يقاتل . في العديد من الأنواع ، تموت جميع الأفراد مع نهاية الفصل الحار ، وتمثل فقط بالبيض الذي ينمو ويفقس في فصل الربيع التالي .

٢٢ - ٢١ القدرات الحسية والسلوك

تستجيب الحشرات للعديد من المؤثرات التي تثير الأحاسيس في الإنسان ، وتشمل الضوء ، المؤثرات الكيميائية (الشم ، التفوق) ، والصوت ؛ ولكن تباين قدراتها بالنسبة للنوع والكم . تستطيع الحشرات أن تحس بمؤثرات كيميائية ضعيفة لدرجة أنه لا يمكن لأنف الإنسان أو لسانه الإحساس بها . بعض الحشرات تستجيب للأشعة فوق البنفسجية وليس للأشعة الحمراء أو تحت الحمراء . هذه الإستجابات تساعد الحشرات في البحث عن الغذاء والأقران والمخاض لها وليضها ولصغارها .

تحتوي الانعكاسات أبسط أنواع الاستجابات (فقرة ٩ - ١٦) ، كعمل عضو السمع للنحلة وهو يتم انعكاسياً عند لمس حتى بعد فصله عن الجسم . وهناك نوع غير متغير من الاستجابات ، وفيها يتحرك الحيوان تجاه مؤثر أو بعيداً عنه ، وتعرف هذه بالانتحاءات . تستعين الدروسوفيلا بأعضاء الشم في الاتجاه إلى فاكهة زائدة النضج بها محارر تنفذ عليها الذبابة ، وهي بذلك تبدي انتحاءاً كيميائياً موجبا للكحولات وأحماض عضوية معينة في الفاكهة المتخمرة . العديد من

الحشرات تجد أقرانها بانتحاء مشابه لروائح خاصة تطلق من الجنس المضاد . الفراشة التى تطير مباشرة إلى لب تبتدى انتحاءً ضوئياً موجياً ، والصرصور الذى يجرى بحثاً عند تعرضه فجأة لضوء ، له انتحاء ضوئى سالب . البرقات المائية لذباب الكاديس تبتدى غالباً انتحاء موجياً للتيلار ، بأن تسبح فى تيلار الماء ورؤوسها للأمام .

كلمة التحرك تستخدم فى وصف الاستجابات الحركية غير الموجهة ، حيث تعتمد سرعة الحركة ومدى الميل على شدة التنبيه . الصرصور ، إلى جانب تجيبه الضوء ، فإنه يبحث أيضاً عن مكان يختبئ فيه - ويعرف ذلك بالتحرك بالاحتكاك . الانتحاء والتحريك وأنواع أخرى من الاستجابات ، تمكن الحشرات والعديد من الحيوانات الأخرى من البحث عن بيئتها الصغيرة والعيش فيها بنجاح وإتمام دورة حياتها .

هناك أنواع أخرى من السلوك لدى الحشرات تكون مبنية على الفرائز ، تتركب من سلسلة أفعال إنمكاسية منسقة يقوم بها الكائن الحى . وكمثال للفرائز المتسلسلة تذكر سلسلة الأفعال المعقدة التى يقوم بها دبور بمفرده عند بناء عش ؛ ووضع بيضة وإمدادها بمحشرة مخدرة ، ثم سد الحلية بمهارة بعد ذلك . ولا زالت هناك أوجه أخرى من السلوك فى الحشرات مرنه أو يمكن تحويرها ، وتستلزم خبرات الفرد التى تسجل كذاكرة عضوية . ومثال لذلك ، تحلة العسل التى تتعلم أن تقارن بين اللون ومصدر الغذاء .

٢٢ - ٢٢ الطيران

الحشرات ، الطيور ، والخفافيش هى الحيوانات الوحيدة التى لها القدرة على الطيران الحقيقى . أجنحة الحشرات (أشكال ٢٢ - ٣ ، ٢٢ - ١٢) هى تراكيب فريدة ، إذ تنشأ كامتدادات من غطاء الجسم ، وهى بذلك تختلف تماماً عن أجنحة الفقاريات الطرفية (شكل ١٣ - ١) . القدرة على الطيران تمكن الحشرات من الهرب من الحيوانات المفترسة ، البحث عن الغذاء والأقران بسهولة ، وضع البيض فى أماكن خاصة بعيداً عن متناول الحيوانات الأخرى ، توسيع مجالات التغذية ، الانتشار والانتقال لأماكن إقامة جديدة .

٢٢ - ٢٣ احفاظة على الماء

عندما تركت أسلاف الحشرات الماء وانتقلت إلى اليابسة والهواء ، قلّتها تعرضت لضربات شديدة بتلك التى حدثت للبرمائيات والزواحف بالمقارنة بالأممك . الأعضاء الحسية تحولت لتعمل فى الهواء ، غطاء الجسم الكيتينى أصبح يقلوم فقد سواكل الجسم بالخشخ ، والتصبغات أمدت الحيوان بوسيلة لتنفس الهواء . جميع الحشرات ، عدا تلك التى تعيش فى اليعتات الرطبة ، لا بد لها أن تحافظ على ماء الجسم ، لأنه معرض للفق من طريق التنفس ومع يقلما الطعلم الخارجة . الحشرات فى



شكل ٢٢ - ١٢ : حركة الأجنحة عند الطيران في الحشرة . (أ) ضربه لأعلى : إنقباض العضلات القصية - الظهرية يملأ الظهر ويعمل قواعد الأجنحة لأسفل ، يعمل كل على تولد جناحي كركاز . دوران الأجنحة ينتج بواسطة عضلات أخرى . (ج) ضربه لأسفل إنقباض العضلات الطويلة (وغيرها يؤدي إلى بروز الظهر لأعلى ويدفع أطراف الأجنحة لأسفل . (عن سودجراس)

لتشب الأنسجة ، كما في البعوض والبراغيث التي تقرض حيوانات أخرى ، والمن الذي يثقب النباتات . المناطق المجافة تستخلص الماء من بقايا الطعام في المستقيم ، كما أنها تحصل على بعض ماء الأيض كنتاج ثانوي لتأكسد الغذاء .

٢٢ - ٢٤ الغذاء

نصف الأنواع المعروفة من الحشرات تعتبر نباتية التغذية ، إذ تتغذى على الأنسجة والمصاصات النباتية . يتغذى النطاط على أنواع عديدة من النباتات ، خنفساء البطاطس يقتصر غذاؤها على نباتات فضيلة السولايي ، يرقات أبو دقيق الملكي تتغذى على الأعشاب البنية فقط ، أما يرقات أبو دقيق النحاس الشائع فإنها تستعمل نوعاً واحداً فقط من نبات الخُميض . معظم أنواع الحمل الأبيض وبعض الخنافس تعيش أساساً على الخشب ، ولكن البعض منها وأنواعاً معينة من الحمل يقتصر غذاؤها على الفطر . وهناك البعض من هذه الحشرات تنتج غذاءها بنفسها ، أذ تقوم بزراعة وتسميد ورعاية « حدائق الفطر » . الحشرات آكلة الرمة تضم الخنافس ، يرقات الذباب ، وغيرها ، وهي تتغذى على الحيوانات الميتة . الأنواع آكلة اللحوم هي تلك التي تقتصر وتلتهم حشرات وحيوانات أخرى حية .

٢٢ - ٢٥ الحيوانات المفترسة

تفترس الحشرات بالعديد من الحشرات الأخرى والفقاريات ، بالإضافة إلى بعض الشعوب والقبائل . تتعرض الحشرات أيضاً للعديد من الأمراض التي تؤدي إلى التقليل من أعدادها .

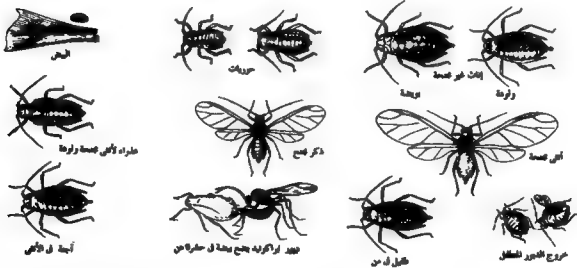
٢٢ - ٢٦ التكاثف

الإخصاب دائماً داخل . معظم الأنواع بيوضة ، وتضع بيضها فرادى أو في مجموعات ، على الأرض أو بداخلها ، على النباتات أو الحيوانات التي تتغذى عليها يرقاتها ، أو بداخل الأنسجة

النباتية . الأنواع التي لها يرقات مائية ، تضع بيضها في الماء أو قريبا منه . البيض في بعض الأنواع ينفق خلال ساعات قليلة ، في حين أنه في البعض الآخر يحتاج لعدة أشهر . المن وبعض الحشرات الأخرى ولودة ، تنتج صغراً أحياء . ذباب التاكينيد يضع بيضه على حشرات أخرى ويضيه بفضه في الحال تقريباً . الصغار الأحياء لذباب النسي تسمى والهيوبوسكيد تنمو داخل « رحم » الأم ، وتتغذى بإفرازات خاصة .

التكاثر البكري

أو التكاثر من بيض غير مخصب ، ويوجد في المن ، التريس ، الدبابير الحوصلية ، الذباب المنشاري ، وحشرات أخرى ، كما يوجد أيضاً في حيوانات أخرى غير مفصليات القدم . أجيال المن في فصل الربيع والصيف تتكون من إناث فقط تتكاثر بكريا ، ولكن فيما بعد ينتج الجنسان بنفس الطريقة (شكل ٢٢ - ١٣) . يتم التزاوج ، وتضع الإناث المخصبة بيضا ، يبقى في حالة سكون طوال فصل الشتاء ، ثم ينتج إناثاً في الربيع التالي . وهناك نوع خاص من التكاثر البكري (تناسل الصغار) ويحدث في ذبابة المياسور وحشرات معلودة أخرى ، تنتج كل يرقة من ٧ إلى ٣٠ يرقة ، وهذه بلورها تغطي يرقات أخرى . بعض اليرقات المتأخرة تتحول إلى عذارى ثم إلى ذباب بالغ ، ذكور وإناث . دبابير الكالسيد التي تتطفل على بيض أبو دقيق والفراشات يوجد بها تكوين جنيني معصود ، تبدأ البيضة عملية التكوين ، ثم تنقسم إلى ١٠٠ كتلة أو أكثر ، تنمو كل منها إلى يرقة تتحول فيما بعد إلى دبور .

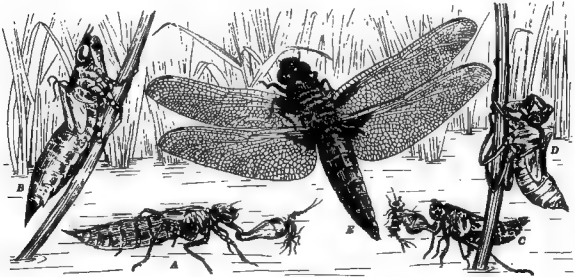


شكل ٢٢ - ١٣ : أطوار في دورة حياة نَمَّ الحبوب القلقلز (مكسوبرا جرامينوم ، ذكر بالغ طوله ١,٥ سم) ، حشرة نَمَّ تكاثر بكري وتكوين جنسى عذرى . من أيضاً تطفل دبور حل نَمَّ (من لدرة الحشرات ١٩٠) .

تتطفل بعض يرقات الحشرات على حشرات أخرى ، مثل يرقات ذباب التاكينيد (ديتيرا) ، ودبابير الفس ، البراكونيد ، والكالسيد (هايموبترا) ؛ كما تتطفل السكيلوبويد على البيض . الطفيليات تصيب عوائلها بضعف أو قد تقتلها أو تلتف البيض ، وهي بذلك تساعد على الحد من انتشار العوائل ؛ ولكن الناقص في أفراد العوائل يكون مصحوباً بتناقص مماثل في الطفيليات ، وبذلك فإن التغير في الأعداد يكون مماثلاً بين الطفيليات وعوائلها . وقد يصبح هذا الأمر أكثر تعقيداً إذا أخذنا في الاعتبار التطفل الثاني ، حيث تصاب الطفيليات نفسها بطفيليات من أنواع أخرى .

السينيد أو الديور الحوصلي (هايموبترا) والسييدوميد أو الذبابة الحوصلية (ديتيرا) عبارة عن حشرات صغيرة تضع بيضها داخل الأنسجة النباتية . بعض المواد المخونة أو الناتجة من نمو اليرقات تؤدي إلى ظهور إنتفاخات مميزة أو حوصلات في النبات المصاب . وهذه الحوصلات لها أشكال وأماكن محددة (الساق أو الورقة) وتتغير تبعاً لنوع النبات المائل ونوع الحشرة نفسها . تنتج الحوصلات أيضاً بواسطة بعض أنواع المن والبسيليد (هوموبترا) والحلم الحوصلي (القراديات) .

تباين أعداد الصغار في الحشرات المختلفة ، من يرقة واحدة في الفقس الواحد لبعض الذباب الولود ، إلى مليون بيضة تقريباً تضعها ملكة نحل واحدة . يعتبر العدد الفعلي الناتج من أى أنثى أقل أهمية من معدل التزايد المندى ، وهو عال جداً في بعض الانواع التي لها دورة حياة قصيرة .



شكل ٢٢ - ١٤ أطوال الجذع للذباب النين (رنية أودونتا) ، حشرات ذات تحول غير كامل وأطوار تكاثرية مائية إيشا : (أ) حورية قصوى فريسة ، الشفة السفلى ممتدة . (ب) جلد الحورية . ليالولا : (ج) حورية ، (د) جلد الحورية . (هـ) ظهور بالغ أثناء الراحة والأجنحة ممتدة . (عن بيرجم) .

ذباب الكسب (دروفيل) ، تضع بيضاً يصل عدده إلى ٢٠٠ من كل أنثى ، وتستمر دورة الحياة الكاملة عشرة أيام فقط ، عند درجة ٨٠°ف (٢٦°م) . الذبابة المنزلية قد تكمل دورة حياتها في ٨ إلى ١٠ أيام عندما يكون الجو حاراً . التكاثر البكرى في المن وغيره يؤدي إلى تضاعف سريع جداً للأعداد ، تحت أحوال مثل لدرجة الحرارة ، الرطوبة ، والغذاء ، الأجيال المتتالية من نسل حشرة من واحدة ، يمكن أن تغطي الكرة الأرضية خلال فصل واحد ، إذا ما عاشت جميعها . !

٢٢ - ٢٧ النمو والتحول

حيث أن الحشرة تعيش داخل هيكل خارجي كالدرع ، فإنه لا يمكنها تغيير شكلها أو زيادة حجمها إلا بعد الانسلاخ ولا تتسلخ الحشرة بعد ما تصل إلى الطور البالغ . الزيادة في الأبعاد أثناء الانسلاخات المتتالية تكون حوالي ١,٤ ، ولكنها تتباين تبعاً لامتداد كل طور . الرتب البدائية من البروتورا إلى السيزانورا تصل إلى شكل وحجم الطور البالغ بتغيرات تدريجية طفيفة وهي لذلك تعرف بالحشرات غير المتحورة . الحشرات غير كاملة التحور (الأودونات إلى التايانوتيرا) تتميز بتحول غير كامل أو تدريجي (شكل ٢٢ - ٤) . يفقس البيض عن حوريات صغيرة ؛ تشبه الأطوار البالغة إلى حد ما ، ولها أعين مركبة . في الأطوار المتتالية ، أو الأطوار الانسلاخية ، تظهر الأجنحة خارجياً كوسائد جناحية صغيرة تكبر تدريجياً مع الانسلاخات المتتالية حتى تصبح فعالة في الطور البالغ (الحشرة الكاملة) ، في الحشرات كاملة التحور (الميكوترا إلى الماهينوترا) ، تخرج الصغار من البيض كيرقات معلقة ، دودية الشكل ، صغيرة ، لها رأس وصدر وظهر متشابهة كثيراً ، وتحمل غالباً أرجلاً قصيرة ، ولكنها بدون أجنحة أو أعين مركبة . تزداد الأطوار اليرقية تكبر في الحجم خلال الانسلاخات العديدة . ثم يدخل كل في طور « سكون كمناء » داخل الجلد الرقيق الأخير ، في كيس عنزاء خاص ، أو في شرنقة . يتحلل العديد من أعضاء اليرقة ويعاد انصافها بواسطة خلايا ملتهمة في حين تنشأ تراكيب جديدة للطور البالغ بالتتابع . تم هذه التغيرات الجوهرية قبل خروج الطور البالغ (شكل ٢٢ - ١٥) .

الانسلاخ والتحول يسيطر عليهما هرمونات تفرز من الغدة قبل الصلدية والجسم الآلاقي ، خلف المخ . إزالة هذه الغدة في أطوار حرجة في حوريات البق رودفيوس ، يؤدي إلى توقف الانسلاخ (مقرة ٨ - ٢) . وكما هو الحال في هرمونات الفغلريات ، فإن هرمونات الانسلاخ تعتبر لا نوعية ، إذا زرعت غدد حشرة في حشرات من أجناس أخرى ، فإنها سوف تؤثر على انسلاخ هذه الحشرات .

٢٢ - ٢٨ حشرات إجتماعية

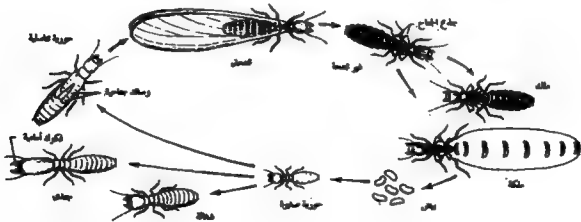
معظم الحشرات تعيش معيشة انفرادية ، كل فرد له حياته المستقلة ، تتجمع الذكور والإناث عند التزاوج فقط ، والإناث تترك بيضها أو تموت بعد الوضع . الأنواع التي تعيش في جماعات تتجمع

الحقل الحاصد يجمع البذور ويخزنها في الصيف ثمته بالفناء خلال فصل الشتاء . وفي النهاية ، نخل الفطر (آثا) تزرع بنفسها محاصيل نقية من فطريات معينة في حدائق تحت سطح الأرض ، وتستخدمها المخلوقات الضوئية . تحمل الملكة عند انتقالها لتأسيس مستعمرة جديدة مخزونا من البذور الخبيوط الفطرية داخل جيب تحت النعم .

٢٢ - ٢٩ العلاقات بالإنسان

يتأثر كل إنسان تقريباً ببعض الحشرات ، من سكان المدن الذين يأكلون العسل ، وبالسوق الحرير ، ويبحثون الذهب إلى إنسان الغابة البدائي الذي ابتلى بالقمل والبراغيث والذهاب ، كما قد يأكل الجراد أيضاً . علم الحشرات الاقتصادية يختص بالآلاف الأنواع من الحشرات ذات الأهمية بالنسبة للزراعة ، الغابات ، والصناعات المنفائية ؛ وعلم الحشرات الطبية يختص بتلك التي لها تأثير على صحة الإنسان والحيوانات الأليفة .

هناك العديد من الحشرات النافعة . النحل وغیره ، الذي ينتقل من زهرة لزهرة ليجمع حبوب اللقاح ، لاغنى عنه في التلقيح الخلطي ليراعم التفاح ، الكريز ، العليق ، البرسيم ، ومحاصيل أخرى ، ولولا ذلك ما تكونت الثمار أو البذور . توضع خلايا النحل في البساتين أو الحقول للتأكد من إتمام عمليات التلقيح . تين سيمما الذي ينمو في كاليفورنيا ، ينتج زهوراً أنثوية فقط ، ولكي يعطى ثمرها جيدة ، فإنه يحتاج إلى التلقيح بمحروب لقاح ينقلها دبور صفير (بلاستولاجا) يعيش مع نوع من التين غير صالح للأكل . نحل الخلايا بالولايات المتحدة ينتج حوالي ١٠٠,٠٠٠ طن (٩٠,٩٠٠ طن متري) لمن العسل سنوياً ، يستخدم كغذاء للإنسان ، كما أنه ينتج أكثر من ١,٠٠٠ طن (٩٠٩ طن متري) من سمع النحل ، الذي يستعمل في الطلاء ، وشموع الكنائس ، وصنع المصانع



شكل ٢٢ - ١٩ : أفراد ودورة حياة نحل أمهي . (عذرة من كولومبيا ، نحل الأبيض ومقلوبه ، مطبعة جامعة كاليفورنيا) .

والموديلات ، وتشميع الحيوط . ينتج الحرير الخام في الشرق وفي أوروبا من دودة الحرير (بومبىس موراي) . ترى اليرقات في مرابي خاصة على غشاء من أوراق التوت الأبيض ، وتزول كل يرقة شرنقة من الحرير من إفرازاتها اللعابية . تغطي كل شرنقة حوالي ١,٠٠٠ قدم (٣٠٥ متراً) من الخيط ، وتُحبل ٢٥,٠٠٠ شرنقة تقريباً لنزول رطل واحد من عيظ الحرير . المملكة التجارية يتم الحصول عليها من إفرازات شعبة لحشرات اللك أو الحشرات الحرشية (الكوكسيديا) بالهند ؛ الأصباغ المعروفة بإسم « القرمز » و « اللاك القرمزى » تستخلص من الأجسام الميتة لبعض حشرات الصبار الحرشية الأستوائية .

العديد من الحشرات آكلة النبات الضاره تُفترس بواسطة عائل لحشرات مفترسة ، مثل الخنافس الأرضية ، ذباب السوفيد ، والدبابير . الحشرات الحرشية التى تصيب أو تتغذى على الموالح وأشجار أخرى ، تفترسها يرقات خنافس أبو العيد ، وتعتبر هذه اليرقات العامل الرئيسى في مكافحة مثل هذه الآفات . بعض أنواع من خنافس أبو العيد تُصدر ، وتزرى ، ثم تطلق في البساتين لمحاولة مكافحة الحشرات الحرشية . ومن أنواع الحشرات النافعة ، تلك الحشرات المتطفلة التى تضع بيضها داخل بيض أو صغار حشرات آكلة النبات وتسبب يرقاتها الموت لتلك الحشرات آكلة النبات ؛ والبعض من هذه الحشرات المتطفلة ترى صنعاً ثم تطلق بعد ذلك لتساعد في « مكافحة البيولوجية » للأنواع الضارة . ول سوء الحظ ، فإن البعض من هذه الطفيليات يصاب بدوره بطفيليات ثانية ، تبطل التأثير المفيد لهذه الأنواع الطفيلية الأولى .

من الحشرات النافعة الأخرى ، الخنافس الرمامة والذباب الزمام التى تقوم بتنظيف الروث والأجسام الميتة للحيوانات . يضع ذباب اللحم كميات من البيض في جيف الحيوانات ، واليرقات النحلة لاتبقى على شيء عدا الجلد والعظم . النمل ، النمل الأبيض ، والخنافس تلتهم يبطء بقايا الأشجار الميتة والنباتات الأخرى ، غير أن النمل الأبيض يسبب أضراراً بالغة للمبانى والأشغال الخشبية . وفي النهاية ، فإن العديد من الحشرات تكون نافعة بطريق غير مباشر ، إذ تعتبر غذاءً للأسماك ، طيور الصيد ، الثدييات ذات الفراء ، وحقليات بيرة أخرى ، وأحياناً للدواجن الأليفة .

أنواع عديدة من الحشرات الضارة تصيب المحاصيل الزراعية ، الغابات ، حدائق الزهور والفواكه ، الأغذية المخزونة ، وممتلكات أخرى ؛ وهناك أنواع أخرى تؤثر على راحة وصحة الحيوانات البرية والأليفة والإنسان . الضرر العام الذى تسببه هذه الحشرات قدرت قيمته بأكثر من بليون دولار سنوياً في الولايات المتحدة لكل نبات زراعى أكثر من آفة حشرية ، ولكل محصول هام كالنرة ، القطن ، القمح ، والبطيخ أو أكثر من الآفات . وتسبب هذه الآفات استنزافاً مستمراً للأموال العامة نتيجة تلف أو فقدان المحاصيل ، وأيضاً لتكاليف المكافحة بالسموم بالرش ، والتعفير ، وبالطفيليات . ومن أهم الآفات المستوطنة ، خنفساء البطاطس الكولورادو ، بق القمح والشعير ، والتطاط ؛ ومن الآفات الدخيلة ذباب هسيان للقمح ، ثاقب النرة الأوروى ، سوس لوز القطن ، وفراش التفاح يقوم الحمر الصحى القيديرالى وبالولايات المختلفة بالحد من انتشار البعض

من هذه الحشرات .

أغذية الإنسان ثلثهم أو تُتلف بواسطة النمل والصرصور والسوس ، وتُلوث بواسطة الذباب المنزل ، الفلأل المختزنة تُلَف بواسطة سوس الحبوب والفراش ؛ الملابس الصوفية ، السجاجيد ، الفراء والريش تَهْرأ بواسطة فراش الملابس وخنافس الأَسْطِطَة ؛ والكتب تُلَف بواسطة العثة الفضية ، يرقات الخنافس ، والنمل الأبيض . بق الفراش ، ذباب الاسطبلات ، البعوض ، والبراغيث تلدغ الإنسان وحيواناته ؛ هجمات القمل القارض تسبب أضراراً للدواجن وحيوانات المزرعة ؛ ذباب التابانيد الماص للدم يسبب أزعاجاً للخيول ، وأيضاً الذباب القرقي يسبب نفس الشيء للماشية ؛ يرقات ذبابة الخيل تحدث تهيجاً في معدة الخيل ، ويرقات ذباب الثور المضي تحفر في ظهور الماشية ، مسببة فقد اللحم وإصابة الجلد .

العديد من الحشرات وبعض القراد تعمل كمواثِل متوسطة لأَمرَاض متنوعة تصيب الإنسان والحيوانات الكبيرة والنباتات ؛ ومبين في جدول ٢٢ - ١ بعض الأمثلة الهامة .

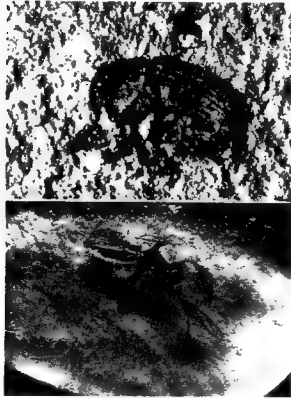
مكافحة الحشرات الضارة أصبحت أكثر صعوبة الآن ، لأن العديد منها تكونت لديه مناعة لبعض السموم الصناعية . ومن المتوقع أن مكافحة الآفات في المستقبل سوف تعتمد بدرجة كبيرة على برامج متكاملة تتضمن الجمع بين مبيدات الآفات والمكافحة البيولوجية .

جدول ٢٢ - ١

أمثلة لأَمرَاض تنقل بواسطة الحشرات والقراد

المرضى	الكائن السبب للمرض	الناتقل	الرتبة
- مرض شجر القردار	سوروسوما (قشر)	خنافس القلف	شعبة الأَجْنَة
المولندي		(سكوليس)	(كولويرا)
- ذبول الخيل	إيروبيا تراكييلا	خنافس الخيل	شعبة الأَجْنَة
		(ديابروتكا)	(كولويرا)
- الحمى القمي	فيروس	نطاط ورن	
لحم السكر		النجر (سيكوليفر)	هوموينا
- الحمى الصفراء	فيروس	بعوضة	ديبرا
للإنسان		(ألبس إيجيا)	
- الطاعون النمل	باسيرويلاستس	براغيث	سيفولانيرا
للقران والإنسان		(زنبوسلا وغوها)	
- فولا زما	باسيرويللا بولازنس	ذبابة الفلزان	ديبرا
		(كرموس) وغوها	
- حي الفلوس	ركبسا	قمل الجسم	أنوبلورا
للإنسان		(ميكيولس)	
- ملاريا الإنسان	بلازموديم	بعوضة (أنوفوليس)	ديبرا
- مرض هاجس	تريخوزوما كروزاي	البق (تريانوما)	هيميترا

مرض الفيلاريا	فوشويريا بانكروفي	البحرض	دهيرا
- دودة الكلب	ديليليوم	(كولكس وغوه)	
الدريلة	كالنيوم	قلل (ترايكودكس)	ماتولاجيا
- جى جبال روكى	ديرماسيروكزيوس	ويراغت	سيونانيرا
المولعة للإنسان	ديكيس	فرااد (ديرماسيرو	القراديات
- جى الماشية الفكسية	بايزيهايمينا	ألفرسولى)	
		فرااد (يوفيلوس أنولامس)	القراديات



شكل ٢٢ - ١٧ : أظلة حشرات حفرة أوليجو سنيه . لأعل ، خفساء (سوم) ، ٧٧ فى صخور طفيلة عند فلوريسانت ، كولورادو . لأسفل ، بعوضة قطر ، $\times \frac{1}{3}$ فى كهيمان (راتج حفرى) ، من سيموجرفل ، الكسك .

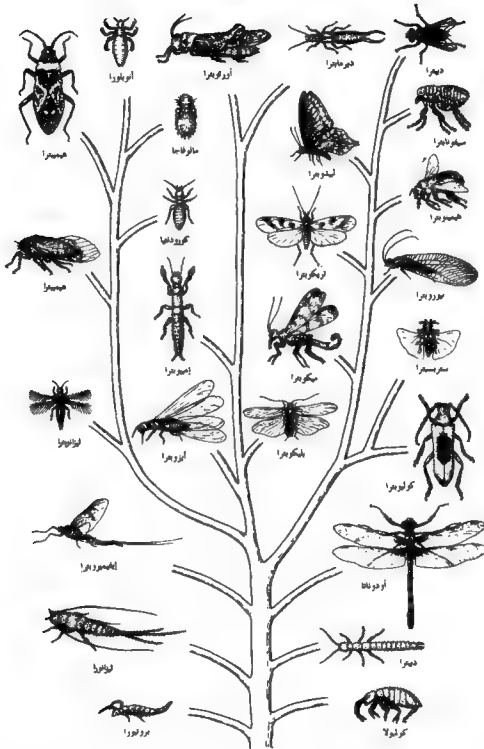
٢٢ - ٣٠ الحشرات الحفرية

على الرغم من طبيعة الحشرات الحشة ، فقد وجدت بقاياها كحفريات فى استراليا ، الصين ، روسيا ، أوروبا ، والولايات المتحدة ، وقد وصف ما يزيد عن ١٠,٠٠٠ نوع . الحشرات عديدة الأنجحة النباتية الأولى (كولمبولا) سجلت منذ العصر الديفوى ، وعمرها ٣٥٠ مليون سنة تقريبا . الحشرات المجنحة الأولى وجدت فى الصخور الكربونية العليا ، عمرها ٣٠٠ مليون سنة

جدول ٢٢ - ٢
رتب طائفة الحشرات

صفات الحشرات البالغة ، الشفوذ في الأجنحة أو صفات أخرى مخلوطة

نوع الحشرة	الصفات المميزة	الأجنحة		أجزاء الجسم	الصفات	الرتب والصفات الخاصة	الصفات	نوع الحشرة
		الشفوذ	الأجنحة					
حشرات عديمة الجناح	لا توجد فروج استنساخ		لا توجد	C	١ - برودوتا		الحشرات عديمة الجناح	حشرات عديمة الجناح
	دسرك على البطن		لا توجد	C	٢ - كوليرا ، ذات القلب القلبي			
	كلاصان أو فراء على البطن		لا توجد	C	٣ - ديمورا ، حليبيد			
	سد على بترابض دقيقة ، ثلاث دوائر على البطن		لا توجد	C	٤ - لوتيرا ، ذات القلب المعوي			
حشرات الجناح عديمة الجناح	حشرات كبيرة ، الأجنحة كبيرة ، لا توجد فروج		عشائية ، غير مطوية ، عشائية هربية	C	٥ - لوتيرا ، ذات القلب المعوي		حشرات الجناح عديمة الجناح	حشرات الجناح عديمة الجناح
	أجزاء الجسم الأربعة ، ٥ الدوائر ، ٩ أو ٣		عشائية ، غير مطوية	C	٦ - لوتيرا ، ذات القلب المعوي			
	توجد فروج عذراء		رفيعة ، ٤ أو ٣ لا توجد	C	٧ - أورورا ، الصراصير والبق			
	مقلط في نهاية البطن		رفيعة ، مروحية ، صلبة ، الشكل	C	٨ - ديمورا ، أبو ماضي			
	فراء طويل		مطوية ، أعرض	C	٩ - ليكورا ، ذات الجناح			
	الأفراد الجسدية ملونة ، الأفراد الأخرى ملونة		رفيعة ، مروحية ، صلبة ، الشكل	C	١٠ - أورورا ، البق الأبيض			
	رسميات القدم للأرجل الأمامية كبيرة وتستند في القفول		الذكر صحيح ، الأنثى عديمة الأجنحة	C	١١ - لوتيرا ، إبيدات			
	حشرات دقيقة مقلطة ، الرأس عريضة		لا توجد	C	١٢ - ماقورفا ، قمل قارس			
	رسميات دقيقة ، مقلطة ، أجزاء الجسم قاذفة للأفراد		لا توجد	S	١٣ - أورورا ، قمل ماضي			
	مقلط ، فكي		عشائية ، ٤ مقلطة على البطن عند الراحة ، أو لا توجد	C	١٤ - كورودينا ، قمل الكتب			
	دقة مقلطة ، قاعدة الخرطوم في مقدمة الرأس		عشائية	S	١٥ - حبيبي ، البق الخفي			
	قاعدة الخرطوم ملاصقة للصدر		الشكل متماثل ٤ ، ٢ ، ٤ ، أو لا توجد	S	١٦ - حبيبي ، البق الخفي			
	رسميات القدم متماثلة الشكل		الخرطوم تحمل شعيرات	S	١٧ - لوتيرا ، الفرس			
	الرأس عند الكف ، فروج قصيرة		عشائية ، على البطن عند الراحة	C	١٨ - ليكورا ، ذات الجناح			
	لا توجد فروج		عشائية ، على البطن عند الراحة	C	١٩ - مورورا ، أسد البق			
	أجنحة ، مقلطة ، شعيرات		عشائية ، على البطن عند الراحة	C	٢٠ - ليكورا ، ذات الجناح			
	الحشرات الجناحية مقلطة إلى خرطوم ملصقة		مقلطة ، بترابض دقيقة متراكمة	S	٢١ - لوتيرا ، الفرس			
	دورا لوز ، مقلط على الحشايا الخلفية		لا توجد أجنحة مقلطة	S	٢٢ - ديمورا ، ذات الجناح			
	حشرات صغيرة ، الجسم مستطيل من الجانبين		لا توجد	S	٢٣ - مورورا ، بترابض			
	مقلط الصدر كبير ، وسط الصدر ضامر		عشائية ، مطوية ، صلبة ، الشكل	C	٢٤ - كوليرا ، حليبيد			
	الأنثى فردية الشكل ، الرأس والصدر متساويان		جسمان خفيفان فقط في الذكر ، ولا توجد أجنحة في الأنثى	C	٢٥ - مورورا ، حليبيد			
	قاعدة البطن متضخمة عذراء		عشائية ، زوج أو لا توجد	C	٢٦ - كوليرا ، حليبيد ، البق ، البق ، البق			



شكل ٢٢ ١٨ . رتب الحشرات . مثال لكل في تسلسل تطوري افراحي . مشرواً إلى علاقات محتملة بين
الرتب المختلفة . (قارن جدول ٢٢ ٢)

تقريبا ، وتتضمن البليوديكتوبترا ، وقد استمرت في العصر البرمي ؛ وغيرها (بلاتيريا) وثيقة الصلة بالصراصير الحية . البروتودوناتا تشبه دباب النتن ، وبعض (الميجانورا) بلغ عرض جناحيها ٢٨ بوصة (٧١ سم) ! . ست رتب حية ترجع إلى العصر البرمي ، والأخرى ظهرت في الحقب الأوسط . نشأة اليايسة ، الأجواء الباردة ، وظهور نباتات البذور الموسمية في تلك المصور كانت الحافز لتطور العناري لتحمل الظروف الصعبة ، ولأن ذباب العقرب (ميكوبترا) في بداية ظهوره كان شديد الشبه بالأنواع الحية الآن ، فقد رأى البعض أن التحور الكامل كان إنتماً مبكراً . وقد بينت البقايا الحفرية أن الرتب كانت تتباين في أعدادها النسبية ؛ الحنافس (كولوبترا) تضمنت ١٪ من الحشرات البرمية المعروفة ولكنها الآن تكون ٤٠٪ من جميع أنواع الحشرات (شكل ٢٢ - ١٨) . الذباب (دييترا) كان ٠,٣٪ في العصر البرمي ، ٥٪ في العصر الميوزوي ، ٢٧٪ في العصر الثالث ، والآن يكون ١٠٪ من الأنواع المعاصرة .

الكهرمان الشفاف (راتنج حفرى) لعهد الأوليجوسين الأدنى ، الذى يوجد عند شاطئى البلطيق بأوربا ، يحتوى على حشرات عديدة تظهر بها التفاصيل الخارجية بشكل جيد ، ويمكن رؤيتها بسهولة . الفصائل والأجناس المعاصرة شائعة ، كما توجد أيضا الأنواع الحفرية . ثمانية أنواع من النمل تتأصل تركيبيا مع أنواع معاصرة ، ويدل ذلك على أنها عاشت ٣٠ مليون سنة . يوجد بالنمل ظاهرة تعدد الأشكال ، والبعض تعلم تربية قمل النبات . توجد فونا حشرية حفرية وافرة محفوظة عند فلوريسانت ، كولورادو ، بالقرب من بايكس ييك ، في رواسب بحيرة أوليجو سينية من رمل ورماد بركاني والذي تحول إلى طفل فيما بعد (شكل ٢٢ - ١٧) . معظم الأجسام الحشرية للعصر الثالث ما زالت تعيش للآن ، والبعض منها إنقراض ، البعض الآخر (مثل دباب نسي نسي ، جلوسينا) أصبح الآن أقل إنتشارا .

مراجعته

- ١ - ما هي أهم الصفات المميزة لحشرة بالغة نموذجية ؟
- ٢ - ما هي الصفات التركيبية والوظيفية التي مكنت الحشرات من العيش بنجاح على الأرض ؟
- ٣ - صف أجزاء الفم الماصضة لنطاط ، موضحاً ترتيب الأجزاء ووظيفة كل منها . قارن هذه بأجزاء الفم الماصة لنحل العسل .
- ٤ - كيف تطور الحشرات ؟ هل تشابه الحشرات في الطيور أو تركيب الجناح مع حيوانات أخرى ؟ كيف يتكون الجناح ؟
- ٥ - إشرح دوران الدم في جسم حشرة ، وهل الجهاز مفتوح أو مغلق ؟
- ٦ - قارن الجهاز القضي للحشرة بالجهاز الدموي الناقل لحيوان فقاري بالنسبة للتنفس . كيف يتحور كل جهاز للمعشة في الماء ؟
- ٧ - ما هي أنابيب مليجي ؟ هل هناك تراكيب مشابهة في حيوانات أخرى ؟
- ٨ - ما هي أقرب شعبة يمكن مقارنة الجهاز العصبي بها بالجهاز العصبي للحشرات ؟
- ٩ - صف الآتي مع ذكر مثال لكل : غو بدون تحور ، تحور غير كامل ، تحور كامل . عرف الحورية ، العذراء ، الطور الانسلاخي ، الانسلاخ ، الشرنقة .
- ١٠ - قارن بين أجزاء الجهازين التناسليين الذكري والأنثوي لنطاط . ماذا يقصد بفترة السكون في بيضة النطاط ؟
- ١١ - كيف يحدد الجنس في نحل العسل ؟ ما هي المعاملة الخاصة التي تلاقيها يرقات النحل التي تصبح ملكات بالمقارنة بالشغالة ؟
- ١٢ - إشرح الأسس الفيزيائية والكيميائية للتلون في الحشرات ما هي التحاكة ؟
- ١٣ - عرف التكاثر البكري ، تناسل الصغار ، التكاثر بوضع البيض ، التكوين الجنيني المتعدد ، الطفيل الثاني .
- ١٤ - بأي شكل تكون الحشرات الآتية مفيدة للإنسان : نحل العسل ، دبور البلاسوفاجا ، دبور البراكوتيد الطفيل ، حشر اللاك ، خنفساء أبو العيد ، ذباب اللحم ، النمل الأبيض ؟

الفصل الثالث والعشرون

مقدمة للحبلات

تحتوى شعبة الحبلات على القريات (الذيلحبلات) ، السهم ، والفقاريات - اللامبري ، والقروش والقوبيات ، والأسماك العظمية ، الرمائيات ، والزواحف ، والطيور ، والثدييات ، وعادة ما تكون الحبلات الدنيا صغيرة الحجم ، وجميعها تعيش في المياه المالحة ، ومعظم القريات تكون جالسة . وتضم الفقاريات من الناحية العملية جميع الحيوانات ذات الحجم المتوسط والحجم الكبير ، فهي تضم بعض القروش والحيتان الضخمة ، وتحتل الفقاريات كل أنواع البيئات في الماء المالح والمغذب وعلى الأرض ، فمعظم الزواحف ، والطيور والثدييات تعيش حقيقة على الأرض . ويوضح جدول ٢٣ - ١ الأقسام الرئيسية لشعبة الحبلات .

٢٣ - ١ المميزات

الحبلات حيوانات ذات تماثل جانبي ، بثلاث طبقات جرثومية ، وجسم معقل من الأصل ، وقناة هضمية كاملة ، وسيلوم جيد التكوين ، وتميزها عن كل الحيوانات الأخرى ثلاث مميزات بارزة - حبل عصبي مفرد ، ظهري وأبوي ، حبل ظهري ، وقضبان خيشومية في البلعوم (شكل ٢٣ - ٢) .

الحبل الظهري هو أول تركيب دعامي لحسم الحيوان الحبل ، يتكون في الجنين المبكر فوق القناة الهضمية البدائية كقضيب رفيع من الخلايا ويحتوى على مادة خلالية جيلاتينية ، ويغلف بنسيج ضام ليفي ، ويوجد في القريات (الذيلحبلات) في الذيل وذلك خلال أطوار البرقة فقط . ويمتد في السهم والحيوانات المتقدمة بطول الجسم تقريبا ، ويبقى طوال الحياة كالدعامة المحورية الرئيسية في السهم واللامبري ، ولكنه في الفقاريات الأخرى يحاط أو يستبدل بالعمود الفقاري (شكل ٢٣ - ١) .

يتكون الحبل الشوكي على السطح الظهري للجنين المبكر بعد طور الجسثولا مباشرة ، إذ ينتج عن إنشاء الإكتودرم للدماغ أنبوبة مفرغة (حبل) تقع فوق الحبل الظهري . تكبر نهايتها الأمامية كحوصلة محمية بسيطة في يرقة القريات وفي السهم ، ولكنها تتغلظ وتتوسع مكونة الدماغ الذي

جول ٢٣ - ٩ :

الأقسام الرئيسية لشعبة الحيليات

القرينات

الحبل الطهري والحبل العصبي فقط في
الورقة . الحيوانات البالغة توجد في
قربة مفردة

لارفلشيا : كان يرق دقيق يشبه أبو ذنية يسمى كحيوان بالغ ، القربة مؤلفة ، فصحاء
خيشوميتان
أسيدياشيا الأسيدات : القربة قليلة ذات عضلات بسيطة ، فصحاء خيشومية عديدة
سالياشيا . ساليات : سائلة القربة شفافة ذات أشرطة من العضلات الدائرية

الراسمحيات

الحبل الطهري والحبل العصبي على
طول الجسم ودائمان كما هي القصبات
الخيشومية
ليركاردي : السهم . رقيق ، يشبه السمكة ، مفصل ، البهرة من طبقة واحدة ، لا توجد
قفور ، فصحاء خيشومية عديدة

الفقاريات

أوسيراكودومي : أسماك مفردة قديمة ، القشور كبيرة غالبا ما تلحم مكونة درعا رأس صدر
اللافكيات : ذاتيات القمم . الجلد بدون قشور ، القمم عاصرة . الحياض من ٩ - ١٦ زوجا
حشوية ، فقرات ودماغ

فرق طائفة الأسماك

الزواحف مزدوجة ، خياشيم والجلد
مزدود بقشور
الأسماك العظمية : الأسماك قديمة ، فكوك بدالية ، فصحة خيشومية كاملة أمام اللامي
الأسماك العظمية : القروش والقشريات . الجلد مزدود بقشور قرصية ، الهيكل من
الضروف ٥ - ٧ أزواج من الخياشيم في فصحات منفصلة
الأسماك العظمية : الجلد مزدود بقشور دائرية أو مضطبة ، ٤ أزواج من الخياشيم في تجويف عام
تحت غطاء الخياشيم

فرق طائفة رباعيات الأقدام

أطراف مزدوجة ، زوائد ، جلد
مطرق ، وهيكل عظمي
الورماتيات : جلد رطب ، لين ، لا توجد قشور خارجية
الزواحف : جلد جاف ، بمخاضيف أو دونات
الطيور : الجلد مزدود بالريش ، الأطراف الأمامية أجنحة ، ذات دم حار
الثدييات : الجلد مزدود بالشعر ، ذوات دم حار ، ترشح الصفير

يتعقد تدريجياً في الحيوانات المتقدمة ، في القريات يتحلل الحبل العصبي والموصلة ولا يبقى إلا عقدة وذلك عند التحور ، من اللاميقي فصاعداً يصبح الحبل العصبي بعد ذلك محاطاً بالأقواس العصبية للفقرات لتحميه من الإصابة ، ومحاط الدماغ بصندوق الدماغ أو القرنيوم (الجمجمة) .

تنشأ على جانبي البلعوم في الجنين أكياس خيشومية مزدوجة ، ويتكون كل منها بنشأة جيوب خارجية من اندوادم البلعوم يقابلها جيوب داخلية من اكثودرم السطح الخارجى للجسم ، ويتقرب الجدار المعترض بينها مكوناً فتحات خيشومية ، ويظهر التكوين المتميز في القرش أو أبة سمكة أخرى ، حيث تحف بكل فتحة منها خيوط رقيقة تحتوى على أوعية دموية مكونة الخيشوم . يمر الماء المذاب به الأوكسجين إلى داخل الفم والبلعوم ثم إلى الخارج ماراً على الخيوط حيث يخرج الدم ثافى أوكسيد الكربون ويحصل على الأوكسجين ، وبذلك يقوم الخيشوم بعملية التنفس الخارجى . تنفس جميع الحليات المائية من القريات حتى البرمائيات بواسطة الخياشيم . في البرمائيات التى تتحول من البرقات المائية إلى حيوانات بالغة تنفس الهواء تنخفض الخياشيم عند التحور . تنشأ أثناء الحياة الجنينية الأولى للزواحف ، والطيور والثدييات عدة أزواج من الأكياس الخيشومية ولكنها لا تؤدي عملاً وسرعان ما تنقل ، بعد ذلك تتكون الرئتان في كل هذه الحيوانات لتنفس الهواء عندما تنفقس أو تولد .

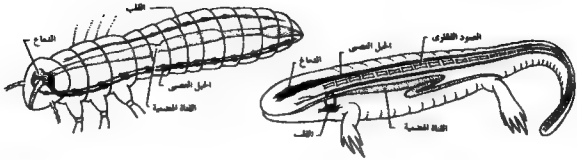
الحليات الدنيا تحت شعبة الذيلحليات (القريات)

تسكن القريات البحر ، من المحيطات القطبية حتى خط الاستواء ، ومن مياه السواحل الضحلة حتى أعماق تصل إلى ثلاثة أميال (٤,٨ كيلو متراً) بعضها تعيش حرة ، بينما تصبح الأخرى مثبتة (جالسة) بعد طور يرق حر قصير ، بعضها وحيد ، والآخر في مستعمرة ، والبعض مركب حيث يتجمع الأفراد في غلاف عام . وهى تختلف في الحجم من أشكال ميكروسكوبية إلى أخرى يصل قطرها إلى قدم . ويعرف منها ١,٣٠٠ نوع ، وتختلف طرق تكاثرها فالبعض يتكاثر جنسياً والبعض الآخر لا جنسياً بالتبرعم ، وأشهر القريات هى حاقنات البحر أو الأسيديات التى عندما تلمس فجأة تحقن الماء من فتحات في غطاء الجسم .

يمكن فهم القريات بطريقة أحسن بأخذ يرقة الأسيديا الحرة في الاعتبار أولاً وبعدها يدرس الحيوان البالغ ، إذ توضح اليرقة مميزات الحليات ، ولكن بعضها يغيى في الحيوان البالغ ، ويحجب البعض الآخر كمنحور لطريقة الحياة الجالسة .

٢٣ - ٢ يرقة الأسيديا

تنفقس من البيضة الصغيرة الملقحة يرقة طليقة في السباحة تشبه إلى حد ما أبا ذنبية (يرقة الضفدع) . يتحرى ذيلها على جبل ظهري دعامى ، حبل عصبي أنبوى ظهري ، وأزواج من العضلات الجانبية المعلقة ، وتنحصر الأعضاء الأخرى في رأس كبير أمامى + منطقة الجسم . تحمل النهاية الأمامية ثلاثة من الخدد المخاطية اللاصقة . القناة الهضمية كاملة لها فم ، وفتحات خيشومية

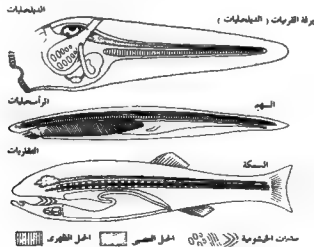


شكل ٢٣ - ١ : الفروق الأساسية بين (أ) حيوان لا حبل (الحشرة) و (ب) حيوان حبل (سalamندر) بالنسبة لوضع الجهاز العصبي، القناة المعوية والقلب، تعطيلها.

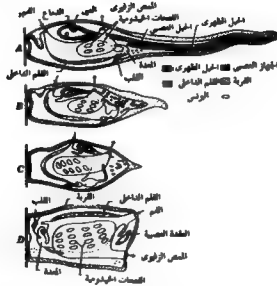
مشقوقة، وقلم داخلي، وأمعاء وفصحة شرج، يوجد جهاز دوري بأوعية دموية، وسيلوم. الجهاز العصبي (متصلاً بالحبل العصبي في الذيل) والتراكيب الحسية تتضمن (١) حوصلة عينية أو دماغ وخلفها (٢) عقدة جذعية، و (٣) عين وسطى لها شبكية، وعدسة وصيغ، وقرنية، و (٤) حصة سمعية ملونة، أو أذن، ملتصقة بخلايا شعرية رقيقة.

٢٣ - ٣ التحور

بعد ساعات أو أيام قليلة من الحياة الحرة تلصق اليرقة الصغيرة عمودياً بصخر أو مبنى رصيف (شكل ٢٣ - ٣) وذلك بواسطة غددها اللاصقة. يتبع ذلك تحول سريع (تحور متفهم) تختفي خلاله معظم صفات الحيليات. فيمتص جزء من الذيل بينما يطرح الجزء الآخر بعيداً. ويسحب الحبل الظهرى والحبل العصبي، والعضلات الموجودة بالذيل إلى داخل الجسم حيث تمتص. وتبقى



شكل ٢٣ - ٢ : شعبة الحيليات : الصفات الأساسية تحت الشعب الثلاثة، تعطيلها.



شكل ٢٣ - ٣ : تحت شعبة اللابلحليات . أطوار في محور الأسيديا البسيطة من الولة حرة السباحة إلى الحيوان البالغ الجالس . تشير الأسهم إلى مسارات دخول ومخرج تيارات الماء . (عن كوفاليفسكى ، وهردمان مع الصرف) . (أ) يرقة ملتصقة بجسم صلب بواسطة المصات الأمامية الخاطية . (ب) الذيل محص ، الحبل الظهرى والحبل المصصى مختزلان . (ج) إغصى الحبل الظهرى ، الأعضاء الداخلية بدأت في الدوران . (د) اكتمل التحور ببلوران الأعضاء الداخلية والفتحات الخارجية (٩٠ - ١٨٠ درجة) ، يكبر الكيس الخشوي ، تفرز القربة ، ويختزل الجهاز المصصى إلى عقدة (أنظر شكل ٢٣ - ٤) .

فقط العقدة الجذعية من الجهاز المصصى . ويكبر الكيس الخشوي وتظهر به عدة فتحات ، وتدخله أوعية دموية . وتكبر المعدة والأمعاء . ويكبر سريها الجزء المحصور بين نقطة الالتصاق والغم مسببا دوران الجسم حوالى ١٨٠ درجة في اتجاه ظهرى خلفى حتى يصبح الغم عند الطرف العلوى غير الملتصق ، وأخيرا تتكون المناسل والقنوات في الميزودرم بين المعدة والأمعاء . تختفى الغدد اللاصقة ، وتكبر القربة إلى أعلى لتحيط بالحيوان كله .

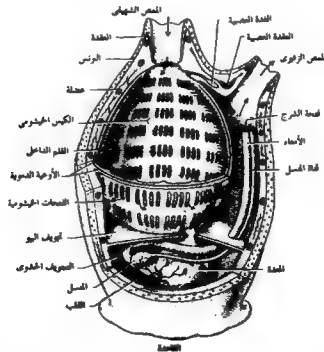
٢٣ - ٤ الأسيديا البالغة

تكون الأسيديا البسيطة (سيونا مولجويولا ، إلخ) اسطوانية أو كروية الشكل تلتصق عن طريق القاعدة أو العنق (شكل ٢٣ - ٤) ، وتغطي بطبقة مرنة قوية ، القصرة أو القربة ، من مادة تشبه السليولوز (نادرة في الحيوانات) مبطنة ببرنس غشائى يحوى أليافا عضلية وأوعية دموية . توجد فحطان خارجيتان ، المص الشهيقي (الفتحة الخيشومية) عند القمة والمص الزفرى (فتحة البهو) على إحدى الجوانب . يأتى الماء المسحوب داخل المص الشهيقي بكائنات دقيقة تستخدم كغذاء ، كما يأتى بالأكسجين للتنفس ، بينما ينقل الماء الخارج من المص الزفرى المواد المتخلفة والخلايا الجنسية . يوجد تجويف البهو داخل القصرة والبرنس ، ويحتوى على كيس خيشومي متسع له فحطان خيشومية عديدة على حافتها توجد أهذاب طويلة .

يبدأ الجهاز الهضمي بالمص الشهيقي ، يليه حلقة من اللوامس الشعرية الحسية عند مدخل الكيس الخيشومي ، وفي وسط الجدار البطني لهذا الكيس يوجد القلم الداخلي ، وهو ميزاب عمودي مبطن غلايا هدية ومخاطية حيث يلتقط الغذاء من الماء الداخل ويحركه إلى أسفل . ولأن الأسديا تتغذى فقط على الأحياء المائية في الماء فإنها لا تحتاج لزوائد كبيرة للإمساك بالطعام ، ومن قاع الكيس الخيشومي يمر المرىء إلى المعدة المتسعة التي توصل إلى الأمعاء ، ويقع العضوان الأخيران خارج الكيس الخيشومي . تنحني الأمعاء إلى أعلى لتنتهي عند فتحة الترح تحت المص الزفيري . لمعدة بعض الأسديات نموات غدية (كبد) تصب في تجويفها .

لجدار الكيس الخيشومي عدة فتحات خيشومية محفة غلايا هدية تدفع الماء بصراواتها من داخل الكيس إلى تجويف البهو حيث ينساب إلى المص الزفيري .

يشمل الجهاز الدوري قلباً أنبوبياً يوجد في التجويف الحشوي غوار المعدة . يتصل بكل نهاية للقلب وعاء كبير أو أورطى (أبهر) ، يوزع أحدهما الدم على المعدة ، وحدار القصرة ، وحاج واحد من الكيس الخيشومي ، بينما يخدم الثاني الجانب المقابل من الكيس . في حدران الكيس الخيشومي وحول الفتحات توجد مجاميع من الأوعية الصغيرة المتصلة تعمل في التنفس . وهذه الأوعية هي فراغات بين الأنسجة بدون جدران . وتعتبر القربيات الوحيدة بين الحيوانات في أن إتحاء تيار الدم فيها ينعكس على فترات قصيرة . لا يوجد صمامات بالقلب أو الأوعية .

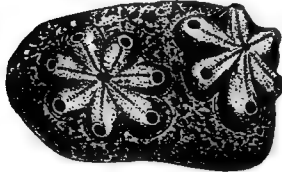


شكل ٢٣ - ٤ : تركيب الأسديا البالغة البسيطة ، أنبات القبرة والورنس والنصف العلوي للكيس الخيشومي من الناحية اليسرى . تحدد الأسهم مسار تيارات الماء داخل الحيوان

يوجد بجوار الأمعاء تركيب بدون قناة وظيفته الإخراج . البقية الوحيدة للجهاز الهضمي هي عقدة جذعية رقيقة توجد في البرنس بين المصين ، ولها أعصاب لأجزاء متنوعة . ويلاصق العقدة غدة عصبية ، يُحتمل أن تكون صماء وتشبه إلى حد ما تركيباً تخامياً .

الأسديديات أحادييات المسكن (دوات منسلين) ولكنها لا تلقح نفسها بنفسها . المبيض غدة كبيرة مفرغة يوجد على ثنية الأمعاء ، وتكون قناة البيض موازية للأمعاء وتفتح في تجويف البهو قرب فتحة الشرج . الخصيات عبارة عن أنبيبات متفرعة عديدة توجد على سطح المبيض والأمعاء تفرغ في قناة ناقلة موازية لقناة البيض . بعض القريات تتكاثر لاجنسيا بالتبرعم .

توجد معظم الأسديديات (طائفة الأسدياشيا) بكثرة في مياه شواطئ البحار وبعضها يعيش في أعماق تصل إلى ٢,٩٠٠ قامة (القامة ٦ أقدام) أي ٥,٠٠ متر . لون كثير منها شاحب أو أصفر ، وبعضها له ألوان زاهية ، توجد كل أسديدا داخل قصرة منفصلة ، أما الأسديدا المركبة (شكل ٢٣ - ٥) فتضم ككتل رخوة بأفراد عديدة منفصلة يحيطها جميعا غطاء عام ، يلتصق النوعان بالصخور ، والأخشاب والمواد الأخرى الموجودة في الماء . تشبه أجسام الساليات (طائفة سالياشيا) البرميل ، وهي طليقة طواف تعيش طافية في البحار المفتوحة (شكل ٢٣ - ٦) . هذه الكائنات تتكاثر جنسيا كالأسديديات . ولكنها تتضاعف أيضاً لاجنسيا بتكوين سلاسل طويلة من الأفراد التي تنفصل بعد ذلك وتكون البيض والمثى . اللارفاشيات (طائفة لارفاشيا) هي حيوانات صغيرة تفرز كل منها بيتاً تعيش فيه . ويستخدم البيت كمرشح للإسماك بالطعام للحيوان .

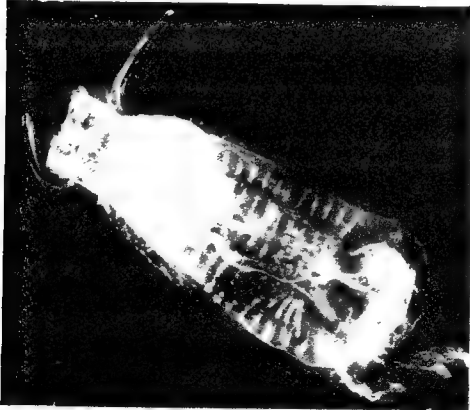


شكل ٢٣ - ٥ : قرى مركب (هيروليس) : للأفراد نمشات شبيهة منطلة ، ولكنها تشترك في عصى زفيرى عام (عن م . أنواردين)

تحت شعبة الراسحليات السهم ٢٣ - ٥ أمفيوكسوس

تضم أعضاء طائفة ليتوكاردي حوالى ٣٠ نوعا من الحيوانات التى تشبه الأسماك (برانكيوستوما ، إلخ) ، تسمى بصفة عامة أمفيوكسوس وتعيش على شواطئ البحار المعتدلة والاستوائية . تنتشر البرانكيوستوما فرجينيا من خليج شيسايبك حتى فلوريدا ، وبرانكيوستوما كاليفورنيس من خليج سان دييجو حتى الجنوب وتصل الأخير فى الطول إلى ١٠٠ مم ، ولكن معظم الأنواع أصغر من ذلك .

يدفن الأمفيوكسوس نفسه فى الرمال النظيفة المتحركة على الشواطئ الضحلة تاركا طرفه الأمامى ظاهرا . أحيانا يبرز ليسمح بتحركات جانبية سريعة للجسم . يلقى الأمفيوكسوس اهتماما علميا خاصا لأنه يوضح المميزات الثلاثة الخاصة لشعبة الحبلليات فى صورة مبسطة ويعتبر شبيها لبعض الأسلاف القديمة لشعبة الفقاريات .



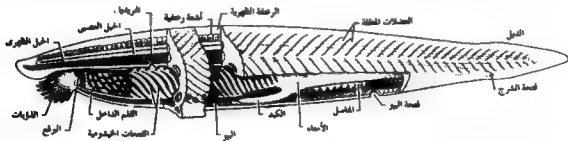
شكل ٢٣ ٦ : فرى حر طواف . حيوان حبل وضع (سالبا تيلسى) . الأعضاء المعالجة مرقية خلال القرية المشاطة

٧) . توجد الزغفة الظهرية الوسطى المنخفضة على امتداد معظم الجسم والزغفة قبل الشرجية من فتحة البهو حتى الشرج . وتتكون الزغفتان من غرف تحوى على أشعة رغفية قصيرة مكونة من نسيج ضام . للذيل زغفة غشائية . يكون السطح السفلى للجسم أمام الزغفة البطنية مسطحاً وله ثنية جانبية على كل جانب . عند الطرف الأمامى يوجد الفم على الناحية البطنية ، وتوجد فتحة الشرج على الجانب الأيسر قرب قاعدة الزغفة الذيلية ، وفتحة البهو فتحة إضافية على الجهة البطنية أما فتحة الشرج .

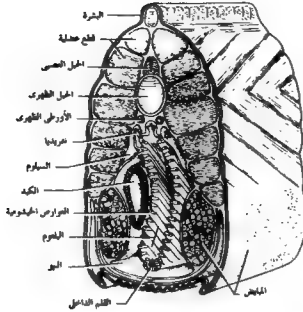
تغطي الجسم طبقة واحدة من بشرة رخوة بينها خلايا تحمل تنوعات حسية . الحبل الظهري هو الدعامه الرئيسة للجسم . على كل جانب من الجسم والذيل يوجد من ٥٠ - ٥٨ عضلة (قطعة عضلية) على هيئة ٧ تتكون كل عضلة من ألياف طويلة موازية لمحور الجسم من الأمام إلى الخلف ، ويفصلها عن بعضها البعض حواجز رقيقة من نسج ضام . والعصلات على جانبي الجسم متبادلة الوضغ (غير متقابلة) - وهذه ظاهرة فريدة . تنقبض هذه العضلات عددة الإنشاء الجانبي للحفر والسباحة . توجد عضلات عرضية في أرضية تجويف البو بين الشتين الجانبيين يستخدم في ضغط هذا التجويف ودفع الماء إلى الخارج .

القناة الهضمية مستقيمة وبسيطة وتبدأ بالفلسوة القمية (الدلهيز) المحاطة بالثنتين وعشرين زائدة قمية رقيقة لحمية وخلفها توجد عدة قضبان مهيبة . توجد فتحة العم الدائرية وسط غشاء (برقع) يقع في مؤخرة الدلهيز ، تحرسها ١٢ زائدة رقيقة تستبعد الحسيمات الكبيرة . أثناء حياة الحيوان ، تحدث أهداب الفلسوة تأثيرا دورانيا ، لذا تسمى « بالعصو العجل » . تحمل الزوائد والدلهيز تراكيب حسية . حلف الغم يوجد بعلوم كبير مضغوط له عديد من الفتحات الحشومية الماثلة على الجانبيين . على البلعوم أمعاء مستقيمة ضيقة تنتهي عند فتحة الشرج . يلحق بالجزء الأمامي من الأمعاء على الجهة البطنية كبد رقيق يشبه الكيس وذلك في أقصى الأمام من السيلوم .

يوجد البلعوم على الناحية الظهرية تحت الحبل الظهري ، ولكنه يتنقل حراً في تجويف البهري داخل عضلات جدار الجسم . البهري تجويف خارجي مبطن بالاكوردوم (لذلك فهو ليس بسلوم) ، ويتصل بفتحة البهري . ويتوى البلعوم على ميزات في وسط السقف (ميزات فوق خيشومي) مبطن



شكل ٢٣ - ٧ : تحت شعبة الرأسجليات . السهم أو الأنفوكوموس (برانكوسوما) . الحيوان البالغ مشرح جزئياً من الناحية اليسرى . طوله الطبيعي نحو بوصتين .



شكل ٢٣ - ٨ : أمليوكوسوس . لقطع مكبر خلال البلعوم (عن كيكثال مع التصرف)

بخلايا مهدبة ، وعلى الناحية البطنية وفي الوسط يوجد ميزاب مقابل ، القلم الداخلي ، له خلايا مهدبة وخلايا غدية (شكل ٢٣ - ٨) . يمسح الماء المحتوى على كائنات دقيقة داخل الفم وذلك بحركة الأهداب . يلتصق الغذاء بالمخاط في القلم الداخلي ويحمل للخلف إلى الأمعاء ، بينما يمر الماء بين العوارض الخيشومية إلى البو ومنه إلى الخارج خلال فتحة البو .

لا يحتوي الجهاز الدوري على قلب . توجد بجانب الأوعية الدموية المحددة فراغات مفتوحة حيث ينساب الدم عديم اللون داخل الأنسجة . يسرى الدم في اتجاه الأمام من القناة الهضمية في وريد تحت معوى إلى وريد كبدى بائى يدخل الكبد ، ثم يتجمع الدم في وريد كبدى ويتجه إلى الأمام ليتصل بالأبهر البطنى مع الدم الآتى من الجزء الخلفى من الجسم . يقع الأبهر البطنى تحت القلم الداخلي ويعطى عدة فروع عند العوارض الخيشومية الأولية . كل فرع له بصيلة متقبضة صغيرة . وتعمل البصيلات كقلب يدفع الدم إلى أعلى داخل العوارض الخيشومية حيث تم تقنيته (أكسدته) ، ثم يتجمع في الأبهرين الظهريين ، اللذين يتحدان خلف البلعوم ويكونان أبهرًا ظهريًا واحدًا ، يسرى فيه الدم في اتجاه الخلف ليمد الجسم والأمعاء ، وأخيرًا إلى الجانب الوريدي خلال شعيرات . يمر بعض الدم المؤكسد إلى الأمام في الأبهر الظهري الأيمن إلى الجزء الأمامى من الجسم .

يم التنفس عند مرور الماء المحتوى على الأوكسجين من البلعوم خلال ١٠٠ أو أكثر من الفتحات الخيشومية مارًا بالعوارض الخيشومية التي تحوى على ألوية دموية . تساعد الأهداب الموجودة على العوارض الخيشومية في عمل تيار الماء .

أثناء التكوين ، يتكون السيلوم من خمسة أكياس جنينية كما في النصف حبلية ، ولكنه يحتل ويتخذ في الأمفيوكسوس البالغ ما عدا حول الأمعاء . يحوى الجهاز الإخراجى على حوالى ١٠٠ زوج من النفريديات المهدبة الصغيرة تقع في البقايا الظهرية من السيلوم فوق البلعوم ، تصل النفريديات ما بين السيلوم وتجويف البهر ، وتبدو متشابهة في التركيب مع نفريديات بعض الديدان الحلقية .

يقع الجهاز العصبى فوق الحبل الظهري . ويتكون من حبل عصبى ظهري واحد له قناة مركزية صغيرة ، يكبر طرفه الأمامى قليلا مكونا حوصلة المخ المتوسطة ، لها في وسط الظهر نفرة شبيهة ، وبقعة عينية صغيرة غير حسية من الصيغ الأسود ، وزوجان من الأعصاب الرأسية . ويخرج من الحبل العصبى لكل قطعة عضلية بالتبادل زوج من الأعصاب ، العصب (الجذر) الظهري حصى وحركى ، والبطنى حركى فقط .

الأجناس منفصلة ، يبرز داخل البهر نحو ٢٥ زوجاً من المناسل (في صفين) . يبرز البيض والمئى داخل تجويف البهر لير إلى الخارج خلال فتحة البهر ، والإخصاب خارجى . قطر البيضة حوالى ٠,١ مم ، وبها قليل من المح ، والتفلىج تام . خلال موسم التناسل يخرج البيض عند غروب الشمس تقريبا ، عند الصباح تنفقس اليرقات المهدبة الطليقة . تتغذى اليرقة وتتمو لمدة ثلاثة أشهر ، أخلقة شكل الحيوان البالغ تدريجيا ، ثم تبدأ في دفن نفسها في الرمل .

الفقاريات

أو القربونميات (المجمعيات)

٢٣ - ٦ المميزات

تكون الطوائف من دائريات الفم حتى الثدييات الجزء الأكبر من شعبة الحيليات (جدول ٢٣ - ١ ، شكل ٢٣ - ٩) . لها جميعها دماغ كبير يوجد داخل صندوق للدماغ أو قنبريوم (جمجمة) ، عمود شوكة مقسم يتكون من الفقرات ، وهما الدعامة المحورية للجسم . يتكون الجسم الهودجى من رأس ، وعنق وجذع ، وذيل . تُظهر هذه الطوائف سلسلة من الصفات المتقدمة والمتتابعة في تركيب ووظيفة كل الأجهزة العضوية ، بجانب صفات الحبل الظهري ، والحبل العصبى ، والفتحات الحشومية والتي ذكرت سابقا في هذا الفصل .

١ - يتكون غطاء الجسم من طبقة طليقة ، من البشرة والأدمة ، بها غدد مخاطية عديدة في الأنواع المائية ، تغطي القشور الوقلاتية معظم الأسماك ، يتقرن السطح الخارجى في الحيوانات الأرضية ، له حراشيف (قشور) على الزواحف ، وريش على الطيور ، وشعر على الثدييات ، يكون الريش والشعر أغشية عازلة للجسم .

٢ - يتكون الهيكل الداخلى المتحصل من العضروف في الفقاريات الدنيا ، ومن العظم في الفقاريات العليا ، وهو يدعم ويمسك الأعضاء الأخرى ، تحوى الجمجمة على الدماغ ولها محافظ مزدوجة تحوى أعضاء الحس الخاصة . وهناك سلسلة من الأقواس الخشبية تدعم منطقة البلعوم

- ٨ - يصبح الدماغ مميزاً إلى مناطق من ناحية التركيب والوظيفة . يحكر النصفكريان المخيان والمخيخ وخاصة في الفقرات العليا . يوجد ١٠ أو ١٢ زوجاً من الأعصاب الرأسية في الرأس تؤدي وظائف حركية وحسية . تزود كل قطعة بدنية بدائية من قطع الجسم بزوج من الأعصاب الشوكية من الحبل العصبي . ينظم جهاز عصبي ذاتي الوظائف اللاإرادية للأعضاء الداخلية .
- ٩ - تنتج مجموعة من الغدد الصماء (درقية ، غنامية ، إلخ) افرازات داخلية ، أو هرمونات ، يحملها تيار الدم ، تقوم بتنظيم العمليات الجسدية ، والنمو ، والتكاثر .
- ١٠ - الأجناس منفصلة إلا في بعض الاستثناءات النادرة . لجهاز التكاثر في كل جنس زوج من المناسل تطلق الخلايا الجنسية في قنوات تفتح في ، أو قريباً من فتحة الشرج .

مراجعة

- ١ - ما هي الميزات الثلاث الواضحة في الحبلات ؟ وهل هناك تطابق بين الحبلات والفقاريات في المجالات المختلفة ؟
- ٢ - لماذا يعتبر الأمفيوكسوس من بين الأنواع الدينية من الحبلات ؟
- ٣ - ما هي مميزات الحبلات التي توجد في القرنيات ؟ في أي طور من دورة الحياة تظهر هذه الميزات .
- ٤ - لماذا يعتبر الأمفيوكسوس ذا أهمية خاصة من الناحية التشريحية ؟
- ٥ - ما هي أهمية الفتحات الخشومية أثناء تكوين الحبلات ؟ هل توجد دلالة على نظرية الاستعادة في هذه الصفة ؟
- ٦ - أين ينشأ الحبل الظهرى في الجنين ؟ كيف يختلف عن الحبل العصبي ؟ تتبع مصير الحبل الظهرى في المجموعات الأساسية من الحبلات .
- ٧ - على أية مجموعة يطلق اسم القرنيومات ؟ وعلى أية صفة ينشأ ؟
- ٨ - في أية مجاميع الحبلات يكون الدم عديم اللون ؟ وأين لا يوجد به قلب ؟
- ٩ - قارن بين دورتي الحياة في حيوان قرني بسيط والسهم .

الفصل الرابع والعشرون

الأسماك

تتقطن أنواع كثيرة من الحيوانات الماء وتسمى بالأسماك ، ولكن على وجه الدقة سطلق الاسم فقط على الفقاريات المائية الدنيا (اللافكيات والأسماك) ، يعيش منها الآن ثلاثة صوائف . أضلق علب اليونانيون اسم أكتيس (الأسماك) ، وأكتيولوجي (علم الأسماك) هو الدراسة العلمية للأسماك . والإسم الشائع اشتق من الكلمة اللاتينية بيسير (أسماك) . وأسماك الماح واللامرى هي أقلهم تقدما وأسطهم وهي تشبه ثعبان السمك ، ولها جسم دقيق اسطوانى ، وليس لها روائد أو فكوك أو قشور ، ولها جبل ظهري دائم وليس لها فقرات حقيقية . تسكن المياه العذبة والمالحة . أقرأؤهم هم الأوستراكودرميات المدرعة المنقرضة من عصرى السيلورى والديفونى .

الأسماك الغضروفية كالقروش والقوبيعات (طائفة الأسماك الغضروفية) هي الفقاريات الأقل تقدما التى لها فقرات منفصلة وكاملة ، وروائد مزدوجة ، وقشور فى الجلد ، وفكوك متحركة ، وعديد من الفتحات الخيشومية . معظم الأنواع تعيش فى البحار . وللقرش أهمية بيولوجية خاصة وذلك لأن معظم صفاته التشريعية تظهر فى الأطوار الحينية للفقاريات العليا .

للأسماك الحقيقية أو العظمية (طائفة الأسماك العظمية) هياكل عظمية . وقشور من أنواع متعددة ، ويخرج واحد من الخياشيم على كل جانب . وهذه الأسماك أشكال عديدة وتسكن فى الماء بأنواعه المختلفة - عذب ، نصف مالح ، مالح ، دافىء أو بارد .

طائفة اللافكيات (اللامبريات وأسماك الماح)

تمثل اللامبريات وأسماك الماح الحية أدنا الأنواع التى لها صفات الفقاريات (شكل ٢٤ - ١)

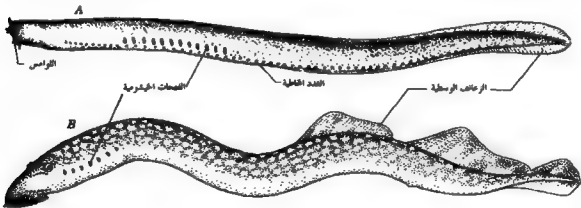
٢٤ - ١ المميزات

١ - الجسم طويل ، رقيق ، واسطوانى ، منطقة الذيل منضخطة ، تُدعم الزعانف الوسطية بأشعة زعنفية غضروفية ، الجلد رخو وناعم ، عديد من الغدد المخاطية وحيدة الخلية ، لا توجد قشور ، ولا فكوك ، ولا زعانف مزدوجة .

- ٢ - الفم أمامي وعلى الجهة البطنية ، ماص واسطواني في اللامبرى منعكياً وقارضاً في أسماك الهاج ، الكيس الشمي أحادى ووسطى .
- ٣ - الجمجمة والأقواس الخشوية (السلة الخيشومية) غضروفية . الحبل الظهرى مستديم ، الأقواس العصبية صغيرة ناقصة فوق الحبل الظهرى تمثل الفقرات .
- ٤ - القلب له بهو (أذين) واحد وبطين واحد ، عديد من الأقواس الأورطية في المنطقة الخيشومية ، الدم به كرات دم بيضاء ، وكرات دم حمراء دائرية ولها نواة
- ٥ - من خمسة إلى ١٦ زوج من الخياشيم تفتح في جيوب جانبية من البلعوم .
- ٦ - كليتان لها قنوات تؤدي إلى حلمة بولية تناسلية .
- ٧ - الدماغ متميز له ١٠ (أو ٨) أزواج من الأعصاب الرأسية ، كل أذن لها قناتان نصف دائريتان (أو واحدة في سمكة الهاج) .
- ٨ - درجة حرارة الجسم متغيرة (متغيرات الحرارة)
- ٩ - النسل أحادى كبير ليس له قناة ، التلقيح خارجى ، التكوين مباشر (سمك الهاج وثعابين السمك المخاطية) أو له طور يرق طويل (اللامبريات)

٢٤ - ٢ تركيب اللامبرى (شكل ٢٤ - ٢)

يمثل الجسم الرقيق الأسطوانى رأساً وجذعاً ملتحمين ، وذيل متضخض من الجانبين ، وعلى مؤخرة الظهر وعلى الذيل توجد زعانف وسطية ، وعلى السطح البطنى للرأس يوجد قمع فمى كبير كاسى الشكل ، تحمل حافته حلقات لينة ، وتبطنه من الداخل أسنان قرنية صفراء مخروطية . تفتح القناة



شكل ٢٤ - ١ : طائفة اللائكيات . (أ) سمك الهاج (إيتاريوس متلوق) لها فم لين ، ٤ أزواج من الزواص ، و ١٢ زوجاً من الفصحات الخيشومية . (ب) لامبرى البحر (برميزون) ، له قمع فمى و ٧ أزواج من الفصحات الخيشومية . (أ) ، عن وولكوت ، بيولوجية الحيوان ، ب ، عن نورمان ، المرشد في معرض الأسماك ، المصنف اليوناني

قبل الأنفية (فتحة الأنف) في وسط الناحية الظهرية من الرأس ، تليها منطقة رقيقة من الجلد تغطي العضو الصنوبري . وتوجد الصبان الكبيرة على الجانبين وتغطي بجلد شفاف وليس لها جفون . وبلى كل عين سبع فتحات خيشومية دائرية . يمتد على كل جانب من الجسم والذيل نقر حسية جانبية صغيرة عقلية . توجد فتحة الشرج على الجهة البطنية عند قاعدة الذيل ، وخلف حلقة بولية تناسلية صغيرة تخترقها قناة . يغطي الحيوان جميعه طلائية ناعمة تحوى على كثير من الغدد المخاطية . ولكن الجلد بدون قشور .

يمثل الحبل الظهرى الهيكل المحورى . والعاصر الهيكلية الأخرى غضروفية وهي (١) الجمجمة المعقدة (٢) قضيب متين في اللسان وحلقة من غضروف حولي حول القمع القمي (٣) سلة خيشومية محكمة تدعم المنطقة الخيشومية و (٤) قطع صغيرة عقلية من الغضروف (عروق قوسية) فوق الحبل الظهرى تمثل الأقواس العصبية . عضلات الجذع متموجة يتمركز الفم الصغير في القمع القمي (شكل ٢٤ - ٣) ويقفل ويفتح بواسطة حركة اللسان للأمام وللخلف وهي تشبه حركة الكياس ويحمل اللسان أسنانا خلف البلعوم تنقسم القناة الهضمية إلى مريء على الناحية الظهرية ، وأنبوبة تنفسية على الناحية البطنية . لا توجد معدة . يفتح الجزء الخلفي من المريء في الأمعاء بواسطة صمام . تحوى الأمعاء المستقيمة على صمام حلزوني . الكبد موجود ولكن لا توجد قناة صفراوية .

للجهاز الدورى قلب له أذين واحد وبطين واحد يصبغ الدم إلى الأمام في أبهر بطنى ومه إلى أوعية في الخيوط الخيشومية ، ومنها يتجمع في أبهر طهرى يوزع الدم على الجسم . الجهاز الوريدي له أوعية كبدية يابية ولكن لا توجد أوعية كلوية يابية .

يوجد سبعة أزواج من الأكياس الخيشومية بين الأنبوبة التنفسية وحدار الجسم . كل كيس به عدد من الخيوط الخيشومية المزودة بشعيرات رقيقة حيث يتأكسد الدم بواسطة أوكسجين الماء في الأكياس . في اللامبرى البالغ تدخل وتخرج تيارات الماء بعرض التنفس من الفتحات الخيشومية ، وهذه الطريقة ضرورية لأن القمع القمي للامبرى غالبا ما يكون ملتصقا بالطعام أو أشياء أخرى ، حيث يكون مرور الماء خلال الفم مستحيلا . في يرقة اللامبرى يدخل الماء من فتحة الفم ويخرج من الفتحات الخيشومية كما في الأسماك العظمية .

الجهاز الإخراجى يشتمل على كليتين وحالب أنبوى من كل كلية إلى الجيب البولى التناسلى ثم الفتحة . يحتوى الجهاز العصبي على دماغ واضح بأقسامه كما هو الحال في الفقاريات العليا ، و١٠ أزواج من الأعصاب الرأسية ، وحبل عصى مفلطح يشبه الشريط ، وأزواج من الأعصاب الشوكية ، زوج لكل قطعة من قطع الجسم .

أعضاء الحس هي فتحة شمعية أحادية وسطى تؤدي إلى زوج من الأكياس الشمية ، وعينان ، وعين صنوبرية وسطى لها عدسة وشبكية وتقع خلف فتحة الأنف . لكل أذن داخلية (عضو التوازن) قناتان نصف دائريتان ، توجد براعم للتذوق في البلعوم ، كما توجد أعضاء حسية للضغط الجانبى على جانبي الجسم وعلى السطح السفلى للرأس

قبل نزوح النسل يكون الحيوان خثى ، ولكنه يصبح بعد ذلك إما ذكراً أو أنثى في الفرد الواحد . وعند النزوح الجنسي يملأ منسل واحد معظم التحجيف البطنى . لا توجد قناة تناسلية ، فيفرغ البيض والمنى في تجويف البطن ثم بعد ذلك يمر خلال ثقبين تناسليين إلى الجيب البولى التناسل

٢٤ - ٣ أسماك الهاج وثعابين السمك المخاطية

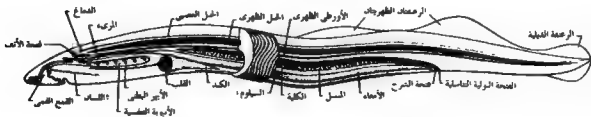
تختلف هذه الحيوانات عن اللامبيات في عدة نقاط : لها (١) فم صغير به سن بشرى كبير واحد على الناحية الظهرية وصفوف من الأسنان الصفوية ، (٢) عدة أزواج من اللوامس الأمامية اللينة حول الفم وفتحة الأنف ، (٣) فتحة أنف طرفية واحدة لها قناة (وكيس مخامى) إلى البلعوم تحمل الماء للأكسدة في الخياشيم ، و (٤) خمسة أو ١٦ زوج من الخياشيم بعيدة في اتجاه الخلف . توجد ٣ قلوب إضافية .

٢٤ - ٤ تاريخ طبيعى

توجد اللامبيات في الماء العذب والماء المالح ، والحيوان البالغ في بعضها غير متطفل ، أسماك الهاج بحرية ، يقوس بعضها إلى أعماق تزيد عن ١,٨٠٠ متراً . الأنواع المتطفلة تلتصق بالأسماك (شكل ٢٤ - ٣ ب) بواسطة القمع وتستخدم أسنان اللسان في برد الجلد لتثقبه . ثم تحقن مادة مانعة للتخثر ، فينساب دم العائل داخل فم اللامبرى . يمكن للامبرى أن تقتل السمكة السليمة بعد مهاجمتها . أسماك الهاج وثعابين السمك المخاطية لا تتحمل الضوء القوى ولا الملحوظة المنخفضة فتدفن نفسها في طين القاع . وهى تأكل الديدان واللافقاريات الأخرى التى تعيش على القاع ، كما تأكل السمك المصاب .

٢٤ - ٥ التكاثر

عندما تصبح اللامبيات بالغة جنسيا في الربيع أو أوائل الصيف ، تنتفخ المناسل ، وتحرك كلا الخصنين في المخارى المائية ، أحيانا متعلقة بسمكة عابرة أو قارب . وتبحث عن المياه الراققة في مساحرات الجارى ، وتستخدم القمع القمى في تحريك الحجارة (الحصى) على القاع حتى ينجح عشا مستديراً ضحلاً . تلتصق الأنثى بحجر ، والذكر بالأنثى مستخدمين الأقماص القمية ، ثم يهتزنان إلى

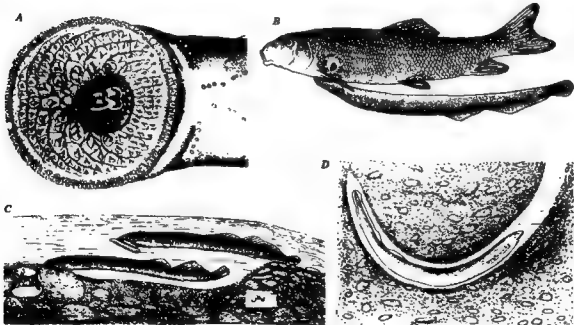


شكل ٢٤ - ٢ : تركيب لامبرى بالغ (اتوسفينوس) : معظم الناحية اليسرى من الجسم مزالة

الأمام وإلى الخلف حيث ينطلق البيض والمني ، ويكون الإخصاب خارجياً . يفوص البيض الملتصق ، ويغطى بالغرهن والرمل . تحتوي أنثى لامبرى الجداول المائية من ٢,٠٠٠ إلى ٦٥,٠٠٠ بيضة ، تصل في اللامبرى البحرى الكبير إلى ٢٣٦,٠٠٠ بيضة . تموت الحيوانات البالغة بعد وضع البيض .

تفقس الصغار فى شهر تقريباً كيرقات صفية ، وعندما يصل طولها ١٢ أو ١٥ مم تهجر العش باحة عن المياه الساكنة ، حيث تبني كل يرقة نفقا على شكل حرف U من الرمل والغرهن وتقيم فيه . وتخرج لتتغذى على الكائنات الهائمة الدقيقة من الماء أو من رواسب الغرين الموجودة فى قاع المجرى (شكل ٢٤ - ٣ د) . يمسح الماء داخل الفم يفعل الأهداب ويمر للخارج خلال الفتحات الخيشومية . يلتصق الطعام بالمخاط الذى يفرزه القلم الداخلى عند أرضية البلعوم ، كما فى السهم .

اليرقة أو الأموسيتس عمياء عديمة الأسنان ، تعيش وتنمو لفترة تتراوح من ٣ إلى ٧ سنوات . عند التحور تسلك اللامبيات المختلفة طريقتين . تحتفظ الأنواع الدنيئة بقناة هضمية فعالة وأسان حادة قوية ، مثل هذه اللامبيات تتغذى على الأسماك ، وتعيش وتنمو فى البحار أو المجارى المائية الكبيرة أو البحيرات حسب أنواعها . بعد سنة أو أكثر تعود إلى المجارى الصفوية فى الربيع لوضع البيض ثم تموت . فى بعض اللامبيات الأخرى تتوقف التغذية وكذلك النمو بعد التحور ، وتتحلل جزئياً القناة الهضمية والأسنان ، وبعد ٤ - ١١ شهراً تتكاثر الحيوانات ثم تموت . فى سمكة الهاج ينتج الفرد نفسه المنى



شكل ٢٤ - ٣ : تركيب وحياة لامبرى البحيرات . (أ) منظر بعنى للفتح الفمى وبه أسنان قرنية عديدة (ب) لامبرى ملتصق بسمكة . (ج) العش والأنتى ملتصقة بمجرى والذكر يحمل حجراً آخر ، البيض الصغرى فى مؤخرة العش . (د) يرقة اللامبرى (أموسيتس) فى جحرها تحت الماء . (عن س . هـ . جيج ، ١٩٩٣ . ١٩٢٩) .

والبيض . والبيض كبير (١٠ - ٣٠ م) ومحاط بقشرة قرنية يمكنها الالتصاق بالأعشاب البحرية . يتم النمو إلى الحيوان البالغ مباشرة بدون طور يرقي .

٢٤ - ٦ العلاقة بالإنسان

تستخدم يرقات اللامبري كطعم في صيد الأسماك ، كما تستخدم بعض اللامبريات البحرية المألعة كطعام . يصيب اللامبري الأسماك ويقضى عليها وذلك بامتصاصه للدم وتسببه في أمراض ثانوية . وقد غزت اللامبريات البحيرات العظمى في الولايات المتحدة وتسببت في قلة إنتاج سمك التراوت (سالمون) إذ انخفض من نحو ١٥ مليون رطل إلى أقل من عُشر هذه الكمية . ولقد نجحت حديثا محاولات تقليل الحسائر باستخدام الكيمياء لتسميم اليرقات في قاع المجاري . كثيرا ما يهاجم سمك افلاح الأسماك التي يتم صيدها في خيوط أو في شباك .

طائفة الأسماك الغضروفية

القروش ، القوبيات والكيميرات هي أدنى مقاربات الحية ، التي لها فقرات كاملة ومنفصلة . وفكوك متحركة ، وأطراف مزدوجة . باستثناء حالات قليلة تسكن الأسماك الغضروفية البحار . يبدأ تاريخها من العصر الديميون حيث نُسب ببقايا حفزية كثيرة ، خاصة الأسماك ، وأشواك الزعانف . والقشور (شكل ٢٤ - ٤)

٢٤ - ٧ المميزات

- ١ - جلد سميك به قشور قرصية صغيرة وغدد مخاطية كثيرة ، توجد زعانف وسطية وزعانف مزدوجة تدعمها أشعة زعنفية ، الزعانف الخوضية في الذكر مزودة بماسكات .
- ٢ - القم على الجهة البطنية به أسنان كثيرة مغطاة بالمينا ، فتحات الأنف إثنان (أو واحدة) ، غير متصلة بتجويف القم ، للقم فكان علوى وسفلى ، الأنحاء بها صمام حلزوني .
- ٣ - الهيكل غضروفي ، لا يوجد عظم حقيقي ، القرنيوم متصل بمحافظ حسية مزدوجة ، الحبل الظهري دائم ، الفقرات عديدة كاملة ومنفصلة .
- ٤ - للقلب غرفتان (أذين وبطين) ، وممهما جيب وريدى مخروط شريانى ، والقلب يخترق على دم وريدى فقط ، توجد عدة أزواج من الأقواس الأورطية ، خلايا الدم الحمراء بيضاوية لكل خلية نواة .
- ٥ - التنفس بواسطة ٥ - ٧ أزواج من الخياشيم لكل خيشوم فتحة الخاصة ، (٣ أزواج في الكيميرات) ، لا توجد بثانة هوائية .

٦ - عشرة أزواج من الأعصاب الرأسية ، كل عضو سمع له ٣ قنوتات نصف دائرية .

٧ - درجة الحرارة متغيرة (متغيرات الحرارة)

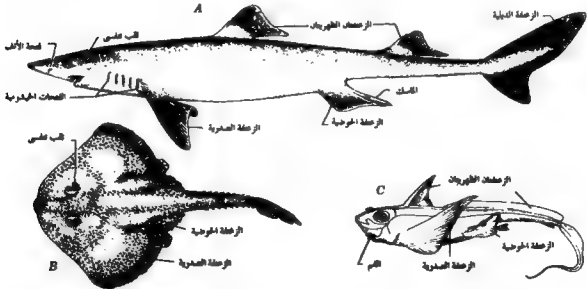
٨ - الأجناس منفصلة ، المناسل غودجية مزدوجة ، قنوات التكاثر تفتح في المجمع ، الإخصاب

داخلي ، حيوانات بيوضة أو بيوضة ولودة ، البيض كبير ، به حج كثير ، التفليح حزنى ، لا توجد أغشية جنينية ، التكوين مباشر .

تتقدم الأسماك الغضروفية على اللافكيات و أن لها (١) القشور التى تغطى الجسم ، (٢) زوجين من الزعانف الجانبية ، (٣) فكوكا متحركة تتمفصل مع القرنبوء ، (٤) على الفكوك أسنان مغطاة باللبيا ، (٥) ثلاثة قنوات نصف دائرية لكل أذن و (٦) أعضاء تكاثر مزدوجة لها قنوات . ولكنها تتخلف عن الأسماك العظمية في أن لها (١) هيكل من الغضروف بدون عظم حقيقى ، (٢) قشور قرصية ، (٣) فتحات حيشومية مفصلة ، (٤) زوجا من الثقوب التنفسية تتصل بالبلعوم ، و (٥) عدم وجود مثانة هوائية .

إقترحت عدة نظريات لتياد أصل الزعانف المزدوجة في الأسماك . طبقا لنظرية بلفور وآخرين فإن الزعانف المزدوجة قد تكون مشتقة من ثيات زعفية ممتدة بطول الحيوان على الجانبين وفي اتجاه الجهة البطنية (شكل ٢٤ - ٥) كما رأينا في الأمفيوكسوس .

يسمى كلب السمك (سكوالوس) إلى نحو ٣ أقدام (متر واحد) ، ومعظم القروش أقل من ٨ أقدام (٢,٤ مترا) في الطول ، وينمو القرش الأبيض الضخم (كاركارودن كاركاريس) حتى ٢٠ قدما (٦ مترا) ، ويزيد القرش المستدق ، (كيتوريوس ماكسيموس) على ٤٠ قدما (١٢ مترا) ، ويصل القرش الحوت (رينكودن تيبوس) إلى ٤٥ قدما (١٣ مترا) ، طولاً . وهذه هي أكبر الفقاريات الحية باستثناء بعض الحيتان . يتراوح طول معظم القوربيات بين ١ - ٣ قدما



شكل ٢٤ - ٤ : الأسماك الغضروفية . (أ) كلب السمك الشوكى أو القرش (سكوالوس أكانياس) . (ب) القورب (راجا) . (ج) الكيمورا (كيمورا كوليس) . (د) عن جود ، ب ، عن دار الإمبراطور البيولوجى العلم ، ج ، عن دين ، الأسماك الحية والمخرفة ، شركة ماكجيلان .

(٠,٣ إلى ١ متر) . وينمو قويع المانتا الضخم (مانتا بيروستريس) إلى ١٧ قدماً (٥ متر) طولاً و ٢٠ قدماً (٦ متر) عرضاً عند الزعانف الصدرية . تقل الكيماوات عن ٣ أقدام (متر واحد) طولاً .

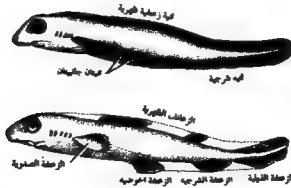
تركيب كلب السمك أو الكلب القرش ٢٤ - ٨ الصفات الخارجية

الرأس مدبب بكمال ، والجذع مغزلي الشكل ، جزؤه الأكبر قرب الزعانف الصدرية ويستدق في اتجاه الخلف . توجد زعنفتان ظهريتان منفصلتان وسطيتان (كل زعنفة مسبقة بشوكة في كلب السمك الشوكي ، سكوالوس) ، وزعنفة ذيلية وسطى ، وزوجان من الزعانف الجانبية ، صدرية وحوضية . وتحمل الزعنفتان الخوضيتان في الذكر زوج من الماسكات الرقيقة يستخدم في التزاوج . لكلب السمك الناعم (موسلوس) زعنفة شرجية وسطى على الناحية البطنية . الذيل غير متماثل الفصين ، وتمتد الفقرات في حصه الظهرى الأكبر .

على الناحية البطنية رأس توجد فتحة الأنف الخارجيتان ، والقم المستعرض الكبير ، العينان جانبيتان وبدون جفون . تمتح خمس فتحات خيشوميات يضاويات أمام كل زعنفة صدرية ، كما توجد فتحة شبه خدسة ، من ثقب تنفسي خلف كل عين . توجد فتحة الشرج بين الزعنفتين الخوضيتين .

٢٤ - ٩ غطاء الجسم

يُغطى الجلد رمادى اللون بصفوف مائلة من القشور القرصية الدقيقة ، كل قشرة لها شوكة مدببة من الخلف مغطاة بالمينا وصفيحة قاعدية من مادة الدنتين في طبقة الأدمة .



شكل ٢٤ - ٥ : إمكانية نشأة الزعانف في الأسماك من نبات كالوجودة في الأسماكوس . قارن بشكل ٢٣ - ٩ (عن فيدرهايم) .

٢٤ - ١٠ الهيكل

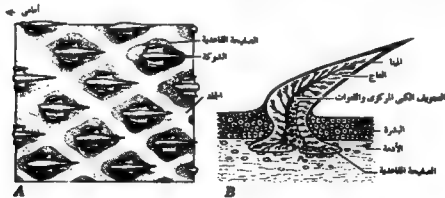
يتكون الهيكل جميعه من الغضروف المقوى إلى حد ما برواسب جيرية ، الأجزاء المحورية هي الجمجمة والعمود الفقارى المقسم . لكل فقرة جسم يشبه البكرة (الملف) ، مقعر الوجهين ، فوقه يوجد القوس العصبى الذى يحيط بالحبل الشوكى . وفي منطقة الذيل يحمل جسم الفقرة أيضا قوسا دمويا على الناحية البطنية يحيط بالشريان والوريد الذيليين ، يبقى الحبل الظهري في الفراغات الموجودة بين الفقرات . تتكون الجمجمة من (١) القرنيوم المحيط بالدماغ ، (٢) محافظ مزدوجة للأعضاء الشمية ، والبصرية والسمعية ، و (٣) الهيكل الحشوى ، الذى يتكون من الفكوك ، والقوس اللامى ، وخمسة أزواج من الأقواس الحيشومية التى تدعم المنطقة الحيشومية . يحتوى الهيكل الطرفى على (١) حزام صدرى يشبه حرف L يدعم الزعانف الصدرية ، (٢) الحزام الحوضى المسطح حيث تتصل الزعانف الحوضية ، و (٣) الغضاريف المفصالية العديدة التى توجد في كل زعنفة جانبية لتدعمها . تدعم الزعانف الوسطية أشعة زعنفية أدمية .

٢٤ - ١١ الجهاز العضلى

عضلات الجسم والذيل مقسمة وتحدث تموجات جانبية في الجذع والذيل ضرورية للسباحة ، وتوجد عضلات متخصصة أخرى في الزعانف المزدوجة ، والمنطقة الحيشومية ، وأجزاء من الرأس .

٢٤ - ١٢ الجهاز الهضمى

يطن تجويف الفم الواسع صفوف عرضية من الأسنان الحادة المدببة التى تمثل قشورا قرصية (شكل ٢٤ - ٦) ، ويمكن اعتبار الأسنان قشورا قرصية متحركة . والأسنان مطمورة في اللحم يوجد على الفكوك ، وتستبدل الأسنان باستمرار بصفوف جديدة تأتي من الخلف . ويلتصق بقاع الفم لسان مفلطح . على جانبي البلعوم المتسع توجد فتحات تؤدي إلى الفتحات الحيشومية المنفصلة



شكل ٢٤ - ٦ : القشور القرصية (مكبرة) . (أ) الجلد والقشور في منظر سطحي . (ب) قطاع وسطى في قشرة . (عن كلاتش)

والتقوب التنفسية . يؤدي اللعوم القصير إلى معدة تشبه حرف L وتنتهي بعضلة عاصرة دائرية تمثل الصمام البوابي . تلي المعدة الأمعاء وتتصل مباشرة بالجمع والشرح . وفي الأمعاء يوجد حاجز حلزوني يعرف بالصمام الحلزوني يغطي بغشاء غطائي يؤخر مرور الطعام ويعطى مساحة كبيرة للإمتصاص . يوجد كبد كبير من فصين متصل بالطرف الأمامي لتجويف الجسم . تتجمع الصفراء من الكبد في الحوصلة المرارية (الصفراوية) الخضراء ومنها تمر بواسطة القناة الصفراوية إلى الجزء الأمامي من الأمعاء . يقع البنكرياس بين المعدة والأمعاء ، وتتصل قناته بالأمعاء مباشرة تحت اتصال القناة الصفراوية . عند اتصال الأمعاء بالجمع توجد غدة المستقيم الدقيقة التي تستخدم في التخلص من الملح الزائد المتناول مع الطعام أو من مياه البحر (شكل ٢٤ - ٧) .

٢٤ - ١٣ السيلوم

تقع المعدة ، والأمعاء ، وأعضاء داخلية أخرى في تجويف الجسم الكبير أو السيلوم الذى يُبطّن بغشاء ناعم لامع هو البريتون الذى يغطي أيضا الأعضاء التى تدعم بمساريق رفيعة من جدار السيلوم الظهري الأوسط ، وهذه المساريق تتكون أيضا من البريتون . يوجد حاجز عرضي يفصل السيلوم عن التجويف المحتوى على القلب .

٢٤ - ١٤ الجهاز الدورى

يقع القلب تحت المنطقة الخيشومية في كيس يسمى التامور ، ويتكون من (١) جيب وريدى رفيع الجدار يستقبل الدم من أوردة مختلفة ، يتبعه (٢) الأذين ، (٣) البطين سميك الجدار ، و (٤) المخروط الشرياني . ويمر الدم من المخروط الشرياني إلى الأمام في الأبرير البطني الذى يعطى خمسة أزواج من الشرايين الخيشومية الواردة التى تنفرع داخل الخياشيم لتمر أكسدة الدم ، وبعدها يتجمع الدم في الأبرير الظهري عن طريق أربعة أزواج من الشرايين الخيشومية الصادرة . يمتد الأبرير الظهري على طول الجدار الظهري الأوسط للسيلوم . الشرايين الرئيسية هي (١) زوج من كل من السباتي الخارجى والسباتي الداخلى للرأس ، (٢) شريانان تحت ترقويان للزعنفتين الصدريتين . (٣) شريان جوفى إلى المعدة ، والكبد ، والأمعاء ، (٤) معوى أمامى إلى الطحال الكبير المسلوب والجزء الخلفى من الأمعاء ، (٥) معوى خلفى إلى غدة المستقيم ، (٦) عدة شرايين كلوية وتناسلية (مبيضية أو منوية) إلى الكلى وأعضاء التكاثر ، و (٧) زوج من الشرايين الحرقفية إلى الزعنفتين الحوضيتين ، يمتد خلفهما الشريان الذليل في الذليل .

في الجهاز الوريدى ، يأتي الدم من الذليل في الوريد الذليل ويمر في (١) زوج من الأوردة الكلوية البابية إلى الكليتين . ويمر الدم من المناطق الخلفية الأخرى إلى الأمام في (٢) زوج من الأوردة الرئيسية الخلفية موازية للكليتين ، وفي (٣) زوج من الأوردة البطنية الجانبية الموجودة على جانبي تجويف الحسم . يعود الدم من منطقة الرأس في (٤) وريدتين ودجيين و (٥) وريدتين رئيسيين أماميين . كل هذه الأوردة تفتح في الجيوب الكبيرة المتصلة بالجيب الوريدى . يأتي الدم من القناة الهضمية في (٦) الوريد الكبدى البانى حيث يرشح في جيبيات شعرية داخل الكبد ، ثم يتجمع في

(٧) الأوردة الكبدية المتصلة بالجيب الوريدي . يمر الدم داخل القلب في دورة واحدة من الجسم كما في دافريات الفم ومعظم الأسماك ، ودم القلب كله وريدي (غير مؤكسج) .

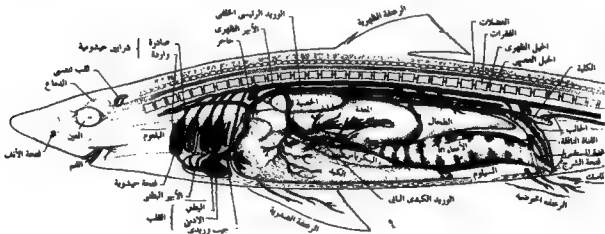
٢٤ - ١٥ الجهاز التنفسي

بفتح وقفل الفم يسحب القرش الماء إلى الداخل ثم يدفعه إلى خارج الفتحات الخيشومية وثقوب التنفس (شكل ٢٤ - ١٣) . تتركب الخياشيم من عدة خيوط رفيعة متوازية تحتوي على الشعيرات الدموية . يمر الدم من الأبر البطنى داخل هذه الشعيرات . حيث يتخلص من ثاني أكسيد الكربون ويمتص الأوكسجين المذاب في الماء ، ثم يستمر في مساره في الأبر الظهري .

٢٤ - ١٦ الجهاز الإخراجي

تقع الكليتان الرقيقتان فوق السيلوم مباشرة على جانبي الأبر الظهري . يتجمع البول في أنبيبات عقلية تتصل بقناة طويلة هي الحالب تنجه إلى الخلف ، ويصب الحالبان خلال حلمة بولية تناسلية واحدة في الناحية الظهرية للمجموع .

يشكل المحتوى العالى للأملح في مياه البحار مشكلة في التنظيم الأزموزي الداخلى لعدد من الحيوانات البحرية . تحتفظ القروش والقوبيات بالكلوريد اليوريا في الدم عند نسبة ٢ إلى ٢,٥ في المائة (بينما لا تتعدى في معظم الفقاريات الأخرى ٠,١ إلى ٠,٣ في المائة) ، وبذا يكون الدم وسوائل الأنسجة أعلى تركيزاً من ماء البحر .



شكل ٢٤ - ٧ : تركيب كلب السمك الشوكي . الظل الداكن ، دم غو مؤكسج ، والظل الفاتح . دم مؤكسج

٢٤ - ١٧ الجهاز العصبي

دماغ القرش أكثر تقدماً عن ذلك الذى فى اللامبرى (شكل ٩ - ٢) . من الكيسين الشمين فى البوز يمتد مساران شيمان كبيران إلى الفصين الشمين اللذين يلتصقان بنصفى الكرة المئتين الموجودين فوق المخ البينى ، يحمل المخ البينى ساق صنوبرية وجسم صنوبرى على الناحية الظهرية ، كما يحمل القمع على الناحية البطنية ، يتصل بالقمع الجسم النخامى . كل هذه التراكيب هى أجزاء الدماغ الأمامى . على الدماغ الأوسط يقع فسان بصريان مستديران . يحتوى الدماغ الخلفى على مخيخ كبير ظهرى متوسط فوق النخاع المستطيل المفتوح من أعلى . عشرة أزواج من الأعصاب الرأسية تعصب أساساً تراكيب الرأس (جدول ٩ - ١) . الحبل العصبي الشوكى يحمى تماماً بالأقواس العصبية لل فقرات ، متقدماً بذلك عن دائريات الفم . يزرغ من بين الأقواس العصبية لل فقرات المتابعة أزواج من الأعصاب الشوكية ، زوج لكل قطعة بدنية

٢٤ - ١٨ أعضاء الحس

تستقبل القروش المنبهات الشمية من الماء خلال فتحتى الأنف الضحلتين الموجودتين على البوز . العيون ليس لها جفون وتحتوى الشبكية على عصى فقط . والأذن هى عضو التوازن ولها ٣ قنوات نصف دائرية تشكل زوايا قائمة مع بعضها البعض كما هو الحال فى كل الفقاريات العليا .

الخط الجانبى ميزاب غير عميق يمتد على كل جانب من جانبي الجسم والذيل ويحتوى على قناة دقيقة طولية داخلية لها فتحات عديدة على السطح . داخل هذه القناة توجد خلايا شعرية حسية متصلة بالعصب الرأسى العاشر ، وهذه الخلايا تستجيب قطعاً لمنبهات الضغط ذات التردد المنخفض فى المياه المحيطة . وعلى الرأس توجد عدة قنوات حسية تفتح بثقوب ، يؤدى كل ثقب إلى غرفة بها شعرات حسية متصلة بألياف عصبية .

٢٤ - ١٩ جهاز التكاثر

الأجناس منفصلة . فى الذكر يتكون المنى فى خصيتين طويلتين موجودتين فى المنطقة الأمامية من تجويف الجسم . تخرج من كل خصية قنات صادرة عديدة تؤدى إلى قناة صادرة أكثر اتواء تمتد للخلف على السطح البطنى للكلية وتعصب فى الحلمة البولية التناسلية . عند التزاوج ينقل المنى من الذكر بمساعدة الماسكات إلى مجمع الأنثى . يحتوى جهاز الأنثى على مبيضين كبيرين (ملتحمين أحياناً) مئتين من الناحية الظهرية بغشاء قوى . قناتان للبيض كبيرتان بطول تجويف الجسم ، ولكل عند طرفها الأمامى قمع كبير يدخل البيض خلاله . ينتفخ الجزء الأمامى من كل قناة مكوناً غدة القشرة . فى الأنواع البيوضة الولودة مثل كلب السمك يكبر الجزء الخلفى من القناة مكوناً الرحم ليحفظ الصغار أثناء تكوينها . تفتح قناتا البيض منفصلة فى المجمع .

أسماك غضروفية أخرى

٢٤ - ٢٠ التركيب

تشابه معظم القروش الأخرى مع كلب السمك في التشريح العام . للقوبيات أجسام مضغوطة لها زعانف صدرية كبيرة تتسع لتصل بالرأس والجذع لدرجة يتشابه فيها محيط هذه الأسماك مع الماسة أو القرص . توجد الفتحات الخيشومية على السطح البطنى المفلطح ، وتستخدم ثقب التنفس في مرور تيارات الماء لغرض التنفس . الذيل طويل ورفيع . الكيميرات قبيحة الشكل . الجلد بدون قشور . توجد ٤ فتحات خيشومية على كل جانب مغطاة بغطاء غشائى ، والأسنان ملتصمة .

٢٤ - ٢١ تاريخ طبيعى

معظم القروش والقوبيات بحرية ولكن قلة منها تسكن الأنهار قريبا من الماء المالح . تقطن القوبيات القاع وتتغذى على اللاقاريات . القرش سبحا نشط ويتغذى غالبا وسط قطعان السمك . يمكن للقروش الكبيرة المفترسة أن تقتصر الفقعات أو أسود البحر ، لكن القروش الضخمة كالقرش المستدفى والقرش الحوت تتغذى فقط على الكائنات الهائمة في الماء .

٢٤ - ٢٢ التكاثـر

تضع القروش الدنيا ، بعض كلاب السمك والقوبيات والكيميرات ، البيضة محاطة بمحفظة قرنية بنية اللون (كيس عروس البحر) . معظم القروش ، كلاب السمك والقوبيات بيوضة ولودة تحتفظ بالبيض ليم التكوين داخلها ، ثم تلدها أحياء اصغارا . يوجد بمجران قناة البيض في الأنثى ثنيات كثيرة من الأوعية الدموية مقابل كيس الملح للجنين وتؤدي وظيفة التنفس للجنين . يتكون الجنين ببطء داخل البيض الكبير . تشبه صغار القروش والقوبيات أبويها .

٢٤ - ٢٣ العلاقة بالإنسان

القروش تسبب إزعاجا للصيادين لأنها تقطع الشباك وتستولى على الأسماك منها أو تخلص الأسماك من السنانير . نادرا ما تقلب القروش الكبيرة القوارب الصغيرة أو تهاجم صيادى السمك (بالسناورة) . تهدد القروش الصغيرة والكبيرة على السواء المستحمين والغواصين في المياه الضحلة في أستراليا ، وشرق أفريقيا ، والفلبين ، واليابان ، والولايات المتحدة . وقد زادت عدد الهجمات في السنوات الأخيرة ، من ٣٦ حالة في ١٩٥٩ إلى ٧٥ حالة في ١٩٦٦ . ونتيجة لتزايد الإقبال على الفوص تقاربت القروش والناس كثيرا . يمكن أن تجذب القروش لسمكة مقتولة أو مصابة برمح ، وعندما تثار ، تصبح شديدة الحساسية لأى مضايقة من الإنسان ويمكن أن تهاجمه . أحيانا تحدث وفيات بين الإنسان نتيجة للحروح التى تسببها أشواك القوبيات اللاسعة .

تستخدم القروش والقوبيات كطعام للإنسان في أقطار عديدة . ولكن هذا المحصول من السمك يطلق عليه السمك الرمادى أو أسماء أخرى . تجمع زعانف القروش وتجفف في سيلان ، والفلبين ،

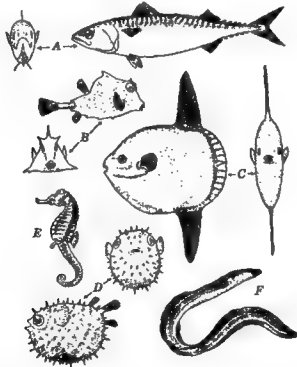
وكاليفورنيا ، ثم تغلى منتجة مادة جيلاتينية تغطى مزارقا حسناً للحساء . يحتوى كبد القرش على زيت كثر غنى بفيتامين أ ، وتوجد مصائد لإنتاجه فى جرينلاند ، وأيسلندا ، والنرويج ، وينتج القرش المستدفء الكبير نحو ١٢٥ جالونا (٤٧٠ لترا) من الزيت .

٢٤ - ٢٤ أنواع حفرية

ظهرت الأسماك الغضروفية الأولى فى الصخور الخاصة بمنتصف العصر الديفونى (بعد الأسماك العظمية الأولى) ولكنها كانت متقدمة فى تطور الفكوك . ويعتبر وجود الهيكل الغضروفى صفة منحلة أكثر من كونها صفة بدائية . بعض الأنواع الأولى كانت تعيش فى الماء العذب ، ولكن معظمها أصبحت حياتها السائلة بحرية . وقد كانت الأسماك الغضروفية متواجدة بكثرة فى حقبة الحياة القديمة وغالبا ما كانت مدرعة . ولكنها بعد ذلك تناقصت فى العدد وأصبحت أقل ندرة .

طائفة الأسماك العظمية

الأسماك الأكثر نموذجية هى تلك التى لها هياكل عظمية ، ومغطاة بقشور أدمية ، ولها غالباً



شكل ٢٤ - ٨ : أمثلة للأسماك العظمية بأشكال مختلفة لأجسامها . (أ) الماكريل (سكوير) ، انسياب الخطوط وسريع فى السباحة . (ب) سمكة الجذع (أو ستراكيون) الجسم صلب ، والزعانف فقط هى المتحركة . (ج) سمكة الشمس الضخمة (مولا) ضخمة ، رقيقة ، الجسم قوى . (د) السمكة الكروية (كيلو ميكيتروس) . الجسم شوكى ، منتفخ ، والزعانف صغيرة . (هـ) حصان البحر (هيوكامبوس) ، يسمح منتصبا بزعفة ظهرية صغيرة ، الدليل قابض . (و) الثعبان الشائع (أنجويلا) ، طويل ومرن جداً . (عن نورمان ، تاريخ الأسماك ، أمست ، بن ، المجلد ٤) .

أجسام مغزلية الشكل ، تسبح بالزعانف وتتغذى بالحياشيم . تقطن الأنواع المختلفة المياه العذبة والنصف مالحة والمالحة ، سواء كانت دافئة أو باردة . كانت الأسماك غذاء بروتينياً ثانياً للإنسان منذ الأزمان القديمة كما تشكل أنواع كثيرة منها رياضة محبة . (شكل ٢٤ - ٨) .

٢٤ - ٢٥ المميزات

١ - الجلد به غدد مخاطية كثيرة غالباً له قشور أدمية معلمورة ، بعضها عاوى (بدون قشور) ، وقليل بقشور مضطلة بالمينا ، توجد الزعانف الوسطية والمزدوجة (مع بعض استثناءات) مدعمة بأشعة زعنافية من الضروف أو العظم ، لا توجد أطراف .

٢ - الفم طرفي غالباً وبه أسنان ، الفكوك كاملة التكوين تتمفصل مع الجمجمة ، كيسان هميان على الناحية الظهرية ، العيون كبيرة بدون جفون .

٣ - يتكون الهيكل أساساً من العظم (الضروف في أسماك الحفش وبعض الأنواع الأخرى) ، الفقرات عديدة وواضحة ، الذيل عادة متأثل القصين ، غالباً ما تبقى بقايا الحبل الظهرى .

٤ - القلب ذو غرفتين (أذين واحد ، وبطين واحد) ، يتولى على دم وريدى فقط ، ٤ أزواج من الأقواس الأورطية ، خلايا الدم الحمراء يضلوية ولها نواة .

٥ - التنفس بواسطة أزواج من الحياشيم على أقواس عيشومية في غرفة عامة تغطي بغطاء على كل جانب من البلعوم ، توجد عادة مئانة هوائية (عوم) متصلة أحياناً مع البلعوم بواسطة قناة ، هذه المئانة تشبه الرئة في الأسماك الرئوية وبعض الأسماك الأخرى .

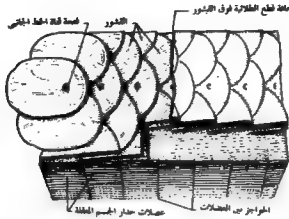
٦ - عشرة أزواج من الأعصاب الرأسية

٧ - درجة حرارة الجسم متغيرة

٨ - المناسل مزدوجة نموذجية ، عادة بيوضة ، التلقيح خارجى (توجد بعض الاستثناءات) ، البيض صغير يصل ٢٥ مم ، كمية الملح متغيرة ، التفليح عادة جزئى ، الأغشية الجنينية غير موجودة ، بعد الطور البرق تنشأ صفار تكون أحياناً بعيدة الشبه عن الحيوانات البالغة .

تغلف الرأس في جمجمة حقيقية تتكون من عظام غضروفية أو بدلية وعظام غشائية أو أدمية . تدعم الزعانف في معظم الأسماك العظمية بواسطة عديد من الأشعة الأدمية المتوازية . في أسماك الكروسو بترجيئات يوجد لكل زعنفة من الزعانف المزدوجة فص واحد قوى مركزى يتمفصل مع حزام الطرف - ويعتبر أساساً معقولا ليهيكل الطرف في الفقاريات الأرضية . مئانة العوم في بعض الأسماك العظمية تشبه الرئة ، وأنواع قليلة لها فتحات أنف داخلية وتركيب إضافية تمكنها من تنفس الهواء في المياه الضحلة القنطرة .

أصغر الأسماك هى الجوى الفلبينى طولها ١٠ سم ، معظم الأسماك أقل من ٣ أقدام (متر واحد) طولاً ، يصل طول بعض العينات الكبيرة المسجلة من الهاليبوت ٩ أقدام (٢,٧ متراً) ، ومن أم



شكل ٢٤ - ١٠ : جدار الجسم لمسكة عظمية (الكارب) بمحاور الخط الجانبي يوضح العلاقة بين البشرة والقشور والمضغلات . (محور عن لانكستر ، بحث عن الحيوان ، أ . و . ج . بلاك المحدودة)

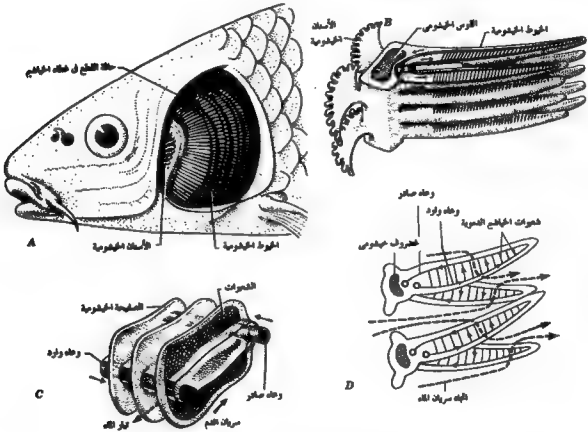
صفوف مائلة ، تكون حوافها الخلفية الحرة متراكبة ، تقع كل قشرة في جيب أدمى وتنمو مدي الحياة . والجزء الحر منها مغلف بطبقة رقيقة من البشرة . على كل جانب من الجسم يوجد خط جانبي ، صف من الثقوب الصغيرة تتصل بقناة أنبوبية طويلة تحت القشور ، في القناة توجد أعضاء حسية تستجيب للذبذبات البطيئة في الماء (شكل ٢٤ - ١٠) .

٢٤ - ٢٧ الهيكل

تكوّن القشور الهيكل الخارجى . أما الهيكل الداخلى فيتكون من الجمجمة ، العمود الفقارى ، الضلوع ، الحزام الصدرى ، وعدة عظام إضافية صغيرة تدعم الأشعة الزعنفية . تشمل الجمجمة على القرنبيوم الذى يحيط بالدماغ ، وعماقظ أعضاء الحس الخاص المزودة (شمعية ، بصرية ، سمعية) ، والهيكل الحشوى الذى يضم الفكوك ويدعم اللسان وميكانيكية الخياشيم . للجمجمة تفصل مزدوج مع العمود الفقارى ، وهى متصلة إتصالاً وثيقاً بالعمود الفقارى لدرجة أن السمكة لا تستطيع أن تدبر رأسها . أثناء التكوين يضم الهيكل الحشوى سبعة أزواج من الأقواس ، التى تتكون من المضارييف ثم بعد ذلك تتعظم ، وهى تشبه الأقواس فى القروش والقوبيبات ولكنها تختلف عن السلة الخيشومية فى اللاميريات . تنتج الفكوك عن القوس الفكى رقم (١) ، أما رقم ٢ فهو القوس اللامى الذى يدعم اللسان ، والأقواس من رقم ٣ حتى رقم ٦ هى الأقواس الخيشومية التى يحمل كل منها خيشوم على المنحنى الخارجى وصفين من الأسنان الخيشومية الشوكية الصغيرة على الحافة الداخلية ، وتعمل هذه الأسنان كغريبال (كمصفى) لحماية الخياشيم من الإصابة بواسطة الطعام . والقوس الأخير ، رقم ٧ ، صغير له أسنان خيشومية ولكن بدون خيشوم يتكون العمود الفقارى من عديد من الفقرات المتشابهة والمنفصلة . كل لها قوس عصبى يحيط بالحبل الشوكى . فى منطقة الذيل تحمل كل فقرة أيضاً قوساً دموياً بطنياً يحمى الشريان والوريد الذيلين . يتصل بكل فقرة جذعية زوج من العظام الرفيعة تشبه الضلوع ، وعظام رقيقة داخل العضلة تمتد طولياً بين بعض

٢٤ - ٣٠ الجهاز الدورى

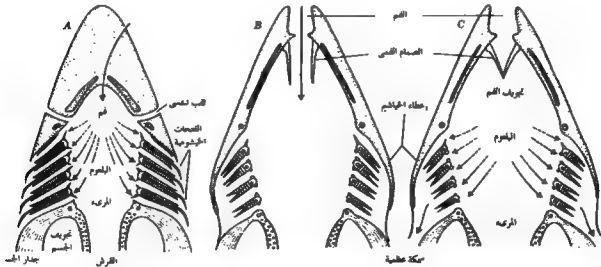
يقع القلب ذو الغرفتين تحت البلعوم في تجويف التامور . يمر الدم الوريدي إلى الجنب الوريدي ، إلى أذين رقيق الجدار ومنه إلى بطين عضلى . يفصل هذه الغرف عن بعضها البعض صمامات تمنع سريان الدم في الاتجاه المضاد . تتدفق إقباضات البطين الإيقاعية الدم خلال الحفوط الشريانية وأبهر بطنى قصير إلى أربعة أزواج من الشرايين الحشوية الواردة تنتشر كشعيرات في الحفوط الحشوية . بعد الأكسجة يتجمع الدم في شرايين حشوية صادرة مزدوجة تؤدي إلى الأبهر الظهري الذى يوزع الدم للرأس والجسم . الأوردة الرئيسية تماثل تلك التى في سمك القرش . الدم في الأسماك شاحب اللون وقليل إذا ما قورن بالدم في الفقاريات الأرضية . تحوى البلازما على خلايا دم حمراء بيضاوية لكل منها نواة ، وأنواعا مختلفة من الخلايا البيضاء . يوجد بقرب المعدة طحال كبير اللون . كما يوجد جهاز ليفوى .



شكل ٢٤ - ١٢ : عظام سمكة عظمية (الكارب) . (أ) الخياشيم في مرحلة الخياشيم والغطاء مزال . (ب) جزء من عيشوم بين الأسنان الحشوية والحفوط مع مسودة الدم في الحفوط . الأوعية الواردة داكنة ، والأوعية الصادرة فاتحة (في أسماك كثيرة تكون الأسنان الحشوية رقيقة) . (ج) جزء من عيشوم واحد ، مكبر . (د) كل صفيحة عيشومية على شعيرات حيث يتأكسج الدم . (هـ) وضع الحفوط الحشوية أثناء عملية التنفس . سريان الدم والماء موضح بأشبههم كاملة ومقطعة على التوالي . (جزئيا عن جولد هيلمت ، أسكارس ، بريتس هول ، صيغة)

٢٤ - ٣١ الجهاز التنفسي (أشكال ٢٤ - ١٢ ، ٢٤ - ١٣)

يتنفس الفرخ بواسطة الحياشيم . يوجد على كل جانب من البلعوم ٤ حياشيم في غرفة خيشومية عامة يغطيها غطاء الحياشيم . يتكون الخيشوم من صف مزدوج من الخيوط الخيشومية الرفيعة ، يحمل كل خيط عديد من الصفائح العرضية الدقيقة تغطي بطلائية رقيقة وتحتوي على شعيرات وسط بين الشرايين الخيشومية الواردة والصادرة . يحمي كل خيشوم قوس خيشومي غضروفي ، ولخافه الداخلية أسنان خيشومية ممتدة تحمي الخيشوم من الجسيمات الصلبة وتمنع مرور الطعام إلى الخارج خلال الفتحات الخيشومية . أثناء التنفس يقفل غطاء الحياشيم ويتسع تجويف القم ساحبا الماء إلى داخله . في نفس الوقت تتسع الغرف الخيشومية محدثة إنخفاضاً في الضغط داخلها عنه في القم وبذا ينساب الماء فوق الحياشيم . بعد ذلك يتقبض تجويف القم ، وتقلل صمامات القم تمنع خروج الماء من فحة القم ، فيدفع الماء فوق الحياشيم . تتقبض غرفا الحياشيم دافعة الماء للخارج خلال فتحتي الغطاءين (شكل ٢٤ - ١٣) . وهكذا يعمل تجويف القم بالتبادل مع غرفة الحياشيم كمضخة ماصة ومضخة كابسة لتحتفظ بسريان ثابت للماء خلال الحياشيم . لكل خيشوم صف مزدوج من الخيوط ، أثناء التنفس تتباعد خيوط كل صف عن خيوط الصف الآخر في كل خيشوم لتلاصق خيوط الخيشوم المجاور (شكل ٢٤ - ١٢ د) . يكون اتجاه سريان الدم في الصفائح الخيشومية عكسياً مع اتجاه سريان الماء بينهم ، مما يضمن الأكسجة الكاملة للدم من خلال ميكانيكية التيار المضاد . يدخل الدم الغر مؤكسج إلى الصفائح ويواجه الماء الموجود به كمية كبيرة من الأوكسجين



شكل ٢٤ - ١٣ : ميكانيكية التنفس في الأسماك ، قطاعات جيبية تمثيلية (فصوص الصمام القمي هي حقيقة ظاهرة وبطنية) ، تبين الأسهم مسارات تيارات الماء . القوس . (أ) يدخل الماء القم الموجود على الجهة البطنية . ثم يقفل القم وترتفع أرضية منطقة القم تدفع الماء فوق الحياشيم خلال الفتحات المنفصلة . أسماك عظمية . (ب) شهيق : يقفل غطاء الحياشيم ، يفتح الصمام القمي ، يصح التجويف ، فيدخل الماء . (ج) زفير : يقفل الصمام القمي ، ويتقبض التجويف القمي ، يمر الماء فوق الحياشيم في تجاويف عامة على جانبي البلعوم ثم للخارج من تحت الغطاء . (د . محو عن بواس)

أثناء مروره إلى الجانب العكسي ، وبذا يستمر التقاط الأوكسجين أثناء مرور الدم خلال الحياشيم .
تحتاج السمكة إلى إمداد دائم بالماء المحمل بالأوكسجين وتغوث سريعاً مختلفة إذا أهدت من الماء ، أو
إذا كان الماء خالياً من الأوكسجين ، التصير القاتل « يشرب كالسمكة » خاطيء لأنه يخلط بين
الشرب وعملية التنفس إذ أن معظم أسماك الماء العذب لا تشرب وتحصل على السوائل في المعدة مع
الطعام . أما الأنواع التي تعيش في الماء المالح فإنها تشرب .

يحتل كيس كبير دقيق الجدار هو المثانة الهوائية أو مثانة العمود الجزء الظهري من تجويف الجسم .
تتصل المثانة بالمعوم بقناة هوائية في بعض الأسماك ولكنها لا توجد بالفرخ . تحتل المثانة بالفازات
(أ ، ب ، ج ، د ، هـ ، ز) وتعمل كعضو توازن ليضبط الكثافة النوعية للسمكة مع كثافة الماء على
أعماق مختلفة بإفراز أو امتصاص الفازات خلال أوعية دموية موجودة بجدار المثانة ، يمكن للسمكة
أن تضبط كثافتها النوعية ببطء أثناء حركتها من عمق لآخر . إذا سحبت السمكة فجأة من عمق
كبير فيمكن للضغط العالي داخل المثانة أن يدفع بالمعدة خارج الفم عند وصول السمكة إلى سطح
الماء .

٢٤ - ٣٢ الجهاز الإخراجي

تقع الكليتان الداكنتان الريحتان على الناحية الظهرية بين المثانة الهوائية والفقرات . تحمل المواد
المتخلفة النيتروجينية السائلة المزالة من الدم من كل كلية للخلف في حالب أنبوى . ويصب الحالبان
في مثانة بولية تفرغ ما بها للخارج من خلال جيب بولى تناسلى .

٢٤ - ٣٣ الجهاز العصبي وأعضاء الحس

دماغ الفرخ قصير ، الفصان الشيمان ، ونصف الكرة المخيان والمخ البيني أصغر من مثيلاتها في
القرش ، بينما الفصان البصريان والمخيخ أكبر من تلك التي بالقرش . يوجد ١٠ أزواج من الأعصاب
الرأسية . يغطي الحبل العصبي بالأقواس العصبية ويعطى زوج من الأعصاب الشوكية الجانبية لكل
قطعة من قطع الجسم . يتحرى الكيسان الشيمان الموجودان على البوز على خلايا حساسة للمواد
المناة في الماء . براعم التنوق توجد داخل الفم وحوله . العيون الكبيرة يحمل أن ترى بوضوح
الأشياء القريبة فقط ولكنها تستخدم في إكتشاف الأشياء المتحركة فوق الماء كحركة رجل يمشى على
الشاطئ . تتحرى الأذن الداخلية على ثلاث قنوات نصف دائرية وحصة سمعية تستخدم في حاسة
التوازن . لا توجد طبلية للأذن أو أذن وسطى . لجهاز الخط الجانبى امتدادات مختلفة على الرأس
ويؤدى نفس الوظائف التي يؤديها في القرش (فقرة ٢٤ - ١٨) .

٢٤ - ٣٤ جهاز التكاثر

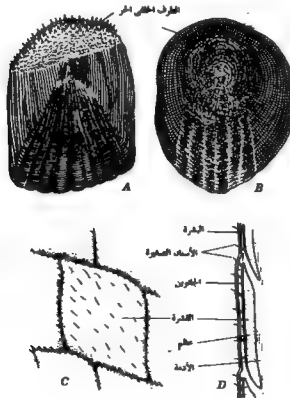
تكبر الخصيتان في الذكر في موسم التناسل ، وعند التزاوج يمر المنى من كل خصية في قناة ناقلة
ليخرج من الفتحة البولية التناسلية . في الأنثى يمر البيض من المبيضين المتحتمين خلال فتاتى البيض .

تركيب الأسماك العظمية الأخرى

تشابه الأسماك العظمية في الشكل والتركيب العامين لدرجة كافية فجميعها أفراد في طائفة الأسماك العظمية ، ولكنها تختلف فيما بينها في تفاصيل كثيرة . أسماك كثيرة لها نفس التشكيل العام لسمكة الفرخ ، فالفلونتر (سمك مفلطح) ، وسمك موسى ، وبعض أسماك الشعاب الاستوائية أجسامها رقيقة ، ثمان السمك طويل ورفيع ، وسمك الشيم كروي (شكل ٢٤ - ٨) .

٢٤ - ٣٥ القشور

تغطي معظم الأسماك العظمية بقشور متراكبة (شكل ٢٤ - ١٤) . فالقشور منفصلة ودقيقة في ثمان السمك ، صغيرة ومتنرة في بعض الأسماك المفلطحة وشوكية في أسماك الشيم . يصل عرض القشرة في سمك الطربون إلى ٢ بوصة (٥ سم) ، بينما كثير من الأسماك ليس لها قشور . يحمل الجزء الخلفي الظاهر من القشرة في سمك الفرخ وأسماك أخرى كثيرة أشواكاً دقيقة مكونة قشرة مشطية . أما القشور الأخرى فهي تنقصها هذه الأشواك فتسمى قشور دائرية . وأسماك أخرى لها قشور جانوبدية مغطاة بالميثا . في سمكة الجذع تُنزع الرأس والجسم بقشور ثقيلة .



شكل ٢٤ - ١٤ : قشور الأسماك العظمية ، مكبرة . (أ) المشطية (بأسنان رقيقة) . (ب) الدائرية . (ج) ، (د) الجانوبدية (ليزوستيوس) في منظر سطحي وقطاع عمودي

تكبر القشور طوال الحياة ، ولا يوجد انسلاخ لغطاء الجسم . ينتج عن النمو في كثير من الأنواع مجموعة من الحيود المركزية على القشرة . بعد توقف النمو أثناء الشتاء فإن الحيود الأول لموسم النمو التالي تكون « خطأ شتوياً » محدداً ، مما يمكن من تحديد العمر في السلون ، التراوت ، الباس وأخرين .

معظم الأسماك لها ألوان ثابتة ، ولكن بعضها يغير لونه وذلك بتركيز أو إنتشار الصبغ في الخلايا الصبغية، الأسماك المفلطحة وبعض الأنواع الأخرى يمكنها تماماً محاكاة القاع التي ترقد عليه فالأسماك التي تعيش في ظلام دائم في أعماق البحار تكون غالباً سوداء اللون .

٢٤ - ٣٦ الزعانف

تختلف الزعانف في الشكل ، والحجم والوضع . فثكون الزعانف الصدرية عادة قريبة من الفتحات الخشومية ، وتوجد الزعانف الحوضية على البطن في التراوت ، قربة من الفتحات الخشومية في الفرخ ، وعلى الحلق في البلينى ، وغير موجودة في ثعابين السمك . الزعنفة الظهرية يمكن أن تكون أحادية ، أو عديدة ، أو مستمرة بطول الظهر . يوجد بسمك السلون والأسماك القطبية بجانب الزعنفة الظهرية الأحادية ، زعنفة صغيرة لحمية أو دهنية في الحلف . في سمك التوب مهنو وأنواع أخرى ولودة يتحور الجزء الأمامى من الزعنفة الشرجية ليصبح عضو سفاد .

تاريخ طبيعى

٢٤ - ٣٧ الإنتشار (التوزيع)

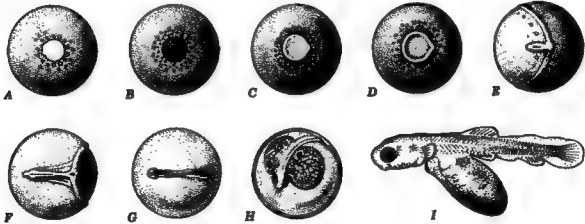
تتواجد الأسماك من البحار القطبية حتى خط الاستواء ، ومن السطح إلى أعماق تزيد عن ٣٠٠٠ قلماً (٩١٠٠ متراً) وفي بحيرات على عمق أكثر من ١٥٠٠٠ قلماً (٤٢٠٠ متراً) في الانديز ، وتعيش الأسماك في أماكن متباينة في الماء المفتوح ، وعلى القيعان الرملية أو الصخرية أو الطينية ، في شقوق الشعاب ، في الخلجان المالحة ومصبات الأنهار ، وفي الأنهار والبحيرات العذبة أو القلوية ، وفي مياه الكهوف ، وفي الينابيع الحارة حتى درجة ٩٣ فهرنهايت (٣٣٣ م) . معظم الأسماك لها مدى حرارى محدد من ١٢ - ١٥ ف (٦ - ٥٨ م) تعيش فيه - ولكن المبروك والسمكة الذهبية يمكنها تحمل مدى حرارى أوسع . وأسماك الثلج تعيش في القطب الجنوبي عند ٣٠ ف (- ١،١ م) .

أسماك عديدة ، كما في الطيور ، تقوم بهجرة موسمية . فالبراكودا وأم سيف تهاجران شمالاً في الربيع وجنوباً في الخريف في هجرة عرضية (خط العرض) ، ويهاجر سمك التونة عبر المحيط (الباسفيكى) من كاليفورنيا لليابان . السلون ، والشاد ، والباس المخطط وبعض التراوت تهاجر من الماء المالح للماء العذب لوضع البيض وتسمى الأسماك الصاعدة ، وتتمسك هذه العملية في ثيمان سمك الماء العذب وتسمى الأسماك الهابطة ، بكالاه ورنجة المحيطات تقوم برحلة بحوار الشاطئ لتضع البيض على الشواطىء وعلى صخور في ماء قليل العمق . بعض أسماك الأعماق (deep-sea fish) تقوم بهجرة عمودية يومية .

٢٤ - ٣٨ العادات

الفواصون المعاصرون الذين يحرصون في الماء على أعماق ليست غائرة يحملون الخزانات الهوائية للفرس لفترات طويلة ومجهزون بآلات تصوير وأضواء قوية ، يملكون الكثير من عادات الأسماك . بعض الأنواع نشطة طول الوقت ، وبعضها ساكن بالليل ، وقليل منها ليلي النشاط ، بعض أسماك الراس تنام مستلقية على جنبها . تسبح أسماك مجارى الماء العذب عادة ضد التيار لتحفظ مكانها ، وتيسر التنفس ، وتحصل على الطعام ، وذلك يمكن رؤيته في جدول للماء أو مكان للتفرغ . تكون الأنواع البحرية نشطة في كل المواسم ، ولكن أنواع كثيرة من أسماك الماء العذب تصير غاملة أثناء الشتاء ، وتنزل إلى المياه الأعمق في البحوات والأنهار ، ويقتصر الأبيض في سمك الكارب على الأيض اللاهوائى . بعض الأسماك تعيش وحيدة وبعضها جماعية تمش في أسراب بمختلف الأحجام ، بعض أسراب الرنجة عددها من بضعة آلاف إلى عدة ملايين من الأفراد .

تسبح معظم الأسماك بالهوجات الجانبية للجسم والذيل التي تؤدي إلى دفعة خلفية ضد الماء . وتنتج هذه الحركات الانقباضات المتبادلة للعضلات على الجانبين . أما الزعانف الأخرى فتعمل أساساً على حفظ التوازن وتغير الاتجاه ، ولكن بعض الأسماك تستخدم الزعنفة الظهرية أو الشرجية وأحياناً الزعنفتين الصدريتين في السباحة . يمكن أن تعمل الزعنفتان الحوضيتان وأحياناً الصدريتان كفراجل (كاحية) ، والجسم الإنسيابي لأسماك كثيرة كفاء للحركة السريعة .



شكل ٢٤ - ١٥ : التكوين المبكر لسمكة الفلوات العظمية . (أ) القرص الجرغوسى (الأبيض) يتركز بعد الإخصاب . (ب) التفجج جزئى . (جـ ، د) تكوين الجسورولا ، يستطيل القرص الأولى في محور الجنين المستطيل . (هـ) يبدأ الخط البدائى ، ويشتد القرص الأولى . (و) تتكون الأنبوبة المعوية ، تحيط الطبقة الأولية بالبح . (ز) الجنين وبه حوصلة العين والأذن و ١٨ قطعة ميزودرمية . (ح) البهجة ذات العينين - جتين له عينان كبيرتان ، تعتبر الأوعية الدموية فوق المح . (ط) طور كيس الملح للفرس الصغير . (أ - ز ، عن هينجوى ، ١٨٨٨) .

يمكن لمسك التراوت ، والبالون وأسماك أخرى أن تقفز أو تيب من الماء على فترات عندما تكون متبعة لقرصة ، فتسبح بسرعة إلى السطح حيث تحملها قوة الدفع فقط إلى الهواء الأكل كثافة ، سمك أبو منقار يرق على السطح مدفوعاً بواسطة الذيل الذى يبقى غائماً في الماء . تترك الأسماك الطائرة الماء لتنزلق أو لتحوم في الهواء . هذه الأسماك تسبح بسرعة ثم تخرج بجسمها فوق السطح بينما ذيلها الغائص يتذبذب جانبياً ٧٠ مرة في الثانية (يمكن أن تنفذ الزعانف الصدرية نتيجة لحركات الجسم) ، يمكن أن تصل السرعة إلى ١٠ متر في الثانية (٢٢ ميل في الساعة) . ثم تمتد فجأة الزعانف الصدرية العريضة وترتفع السمكة وتنزل لمدة تصل إلى ٢٠ ثانية قاطعة عدة مئات من الأمتار تساعدها أحياناً حركات الذيل ، حيث أن الفص البطنى للزعنفة الذيلية يكون ملامساً للماء .

٢٤ - ٣٩ الطعام

تتغذى قلة من أسماك الماء العذب وبعض الأنواع البحرية على النبات المائي . أسماك المبروك والأسماك الماصة تسحب مواد القاع التي تحتوي على الطحالب واللافقاريات الدقيقة . ولكن معظم الأسماك مفترسة . تتغذى أساساً على اللافقاريات المائية أو الأسماك الأخرى . وتختلف طرق التغذية اختلافاً كبيراً .

٢٤ - ٤٥ الحيوانات المفترسة

تعتبر الأسماك غذاءً ثابتاً لبعض الأسماك الأخرى ، وللثعابين المائية ، ولبعض السلاحف المائية وللمساح الأمريكي ، ولأنواع كثيرة من الطيور البحرية ، وللبشون ، وصيادوا السمك ، والثدييات مثل الفقعات ، والمثك ، والقضاعة (تلعب الماء) والدببة . يفترس البيض وصغار الأسماك بواسطة حشد من الحيوانات المائية . ويعتبر الإنسان مفترس هام للأسماك .

٢٤ - ٤٩ التكاثر

معظم الأسماك بيوضة ، ولو أن أنواع كثيرة بصفة فردية أو بعض المجموع ولودة ، تحمل أهاك الجامبوزيا والفرخ الولود عدداً قليلاً من الصغار في كل مرة ، بينما تنتج الأسماك البيوضة عدداً كبيراً من البيض ، يضع تراوت الجندول من ٨٠ إلى ٥٦٠٠ بيضة حسب حجمه ، ويضع سلمون الأطلس حتى ١٧٠٠٠ بيضة ، والباكالا أكثر من ٦ مليون بيضة ، وسمكة الشمس التي تعيش في المحيط ٣٠٠ مليون وغالباً ما ينتفخ جسم الأنثى بالبيض الناضج قبل وضعه مباشرة ، قد يحدث تغيرات في اللون أو بعض الصفات الأخرى مثل الفكوك الحطافية في السالمون ، وذلك في الذكور لموسم التزاوج . وتسبق استعراضات الغزل وضع البيض في مختلف أنواع الأسماك . بعض الأسماك تقم عشوشاً للبيض ، ويمكن أن يقوم أحد الوالدين أو كلاهما بحراسة البيض . يفقس بيض بعض الأسماك البحرية كيرقات صغيرة شفافة خلال ساعات قليلة . ويفقس بيض معظم أنواع الماء العذب الإستوائية في ٢٠ إلى ٤٨ ساعة . وعلى النقيض يحتاج بيض تراوت الجندول إلى ٤٤ يوماً عند درجة

حرارة من ٥٠ - ٥٢ فهرنهايت (١٠ - ١١°م)، و٩٠ يوماً أو أكثر عند درجة حرارة أقل من ٤٠ فهرنهايت (٤,٤°م). تشبه صغار بعض الأسماك الولودة الأبوين عند الولادة. وآخرون يولدوا في طور يرقات ثم يأخذوا شكل الحيوان البالغ بالتدرج (شكل ٢٤ - ١٥).

عندما يفقس بيض الأسماك المفلطحة وسماك موسى تكون الصغار متائلة جانبياً، عين على كل جانب. ولكن وفي سن حديثة تبدأ إحدى العينين في الهجرة إلى الجانب المقابل وهو الجانب الأعلى لأن السمكة ترقد على القاع.

تختلف الفترة الزمنية للنمو حتى النضوج الجنسي باختلاف الأنواع. فصغار الجامبوزيا يمكن أن تنضج وتتناسل قبل أن يصل عمرها إلى أربعة أشهر، بينما سمك السالمون الملوكي الذي يعيش في نهر يوكان يتطلب من ٥ - ٦ سنوات قبل وضع البيض. ومعظم الأسماك تعيش لتتناسل في عدة مواسم متعاقبة، ولكن أفراد سلمون المحيط الباسفيكي (أونكورينكوس) تنمو حتى تنضج جنسياً وتتناسل مرة واحدة، ثم تموت.

٢٤ - ٤٢ العلاقة بالإنسان

ترجع أهمية الأسماك كغذاء للإنسان من العصر الحجري القديم، حيث ترك الإنسان عظام الأسماك في «قمامة المطبخ» حتى يومنا الحالي، وتنتج المصايد العالمية أكثر من ١٠٠ بليون رطل سنوياً من الأسماك البحرية وأسماك الماء العذب (أكثر من ١٥٢ بليون عام ١٩٧٠)، ويحمل بها آلاف الأشخاص، ولكن بعض المصايد الآن هبط إنتاجها، وذلك بسبب الإفراط في الإنتاج والتلوث. لحم معظم الأسماك أبيض اللون (أو عمر) ورقاق القوام. ويحتوي على ١٣ - ٢٠ في المائة بروتينا وقيمته الغذائية هي ٣٠٠ - ١٦٠٠ كالوري/رطل (١٣٦ - ٧٢٧ كالوري/كيلو جرام) معتمدة على ما يحتويه من زيوت (إلى ١٧٪ في السالمون).

تتلف الأسماك بسرعة بعد صيدها فيجب إستهلاكها فوراً أو حفظها. فهي تتلج أو تجمد لتبقى بحالتها الطازجة. وتحفظ الأسماك بالتعليق، والتجفيف، والتدخين، والتعليب. يستخدم زيت السمك الخام في الأصباغ، والمبيدات الحشرية، وتشكل الزيوت النقية من كبد البكالة وأنواع أخرى مصدراً مركزاً للفيامين د.

فضلات مصانع التعليب وأسماك كاملة من أنواع أخرى تطحن وتجفف كوجبات بأشكالها المختلفة، وتستخدم كغذاء للإنسان، وللحيوانات المنزلية المدللة والدواجن، كما تستخدم كسماد. يحضر الغراء السائل من رؤس الأسماك ومن البقايا الناتجة عن تنظيفها. لحم بعض الأسماك الإستوائية سام في فترات معينة.

رياضة صيد السمك هي ترويع عن النفس خارج المنازل لآلاف من الأشخاص. كما تجبر مصدراً للطعام. يتفق صيادو السمك بالسناورة ملايين الدولارات سنوياً في متابعة أسماك التراوت، السالمون، والفرخ، والباس وأسماك الصيد الأخرى. تربي حكومات الولايات والحكومة الفيدرالية في الولايات المتحدة ملايين من أسماك التراوت وبعض الأسماك الأخرى في مفرخات ثم تزرعهم

في المجارى المائية والبحيرات لتحل محل الأسماك التى صيدها الصيادون .

تحفظ وتربى أنواع كثيرة من الأسماك في البرك أو أحواض التربية بواسطة هواة تربية الأسماك وأشخاص آخرين . تحتفظ معاهد عامة كثيرة بأحواض زجاجية كبيرة تعرض فيها أسماكاً محلية وأسماكاً أجنبية (غريبة) . زراعة الأسماك في البرك في وسط أوروبا والشرق ، وخاصة سمك الكارب (المبروك) ، تمد سكان هذه المناطق بكمية كبيرة من البروتين . ويزرع البلطي حالياً بوفرة للغذاء في المناطق الاستوائية وأماكن أخرى ، وتزرع الأسماك القبطية في البرك في الولايات المتحدة . أوضحت التجارب التى أجريت في الولايات المتحدة وأماكن أخرى بأن إضافة الأسمدة الطبيعية أو الكيميائية إلى برك الأسماك يزيد في سلسلة الغذاء (دياتوم - طحالب - لافقاريات) التى تعتمد عليها الأسماك ، ويمكن إنتاج ٢٥٠ رطل (١١٣ كيلو جرام) أو أكثر من الأسماك في أكر (فدان انجليزي) واحد سنوياً . بتغذية الأسماك القبطية تغذية كاملة في مزارع البرك في الولايات المتحدة أمكن إنتاج أكثر من ٢٠٠٠ رطل (٩٠٠ كيلو جرام) في الأكر (الفدان الانجليزي) .

تكاثر سمك الجامبوزيا أفينيس وانتشر انتشاراً كبيراً لمساعد في الحد من البعوض والملاريا وذلك بالتهامة لورقات البعوض .

٢٤ - ٤٣ الأسماك الحفرية

يجمل أن تكون الأسماك العظمية قد نشأت من أسماك بدائية أثناء العصر السيلورى . كان هناك أنواع عديدة قديمة ، كما ظهر في الحفريات ، قبل ظهور أسلاف الأسماك الحديثة . فمن بقايا أحياء العصر الميزوزوى يوجد البشر الأفيقي ، وأبو ملقمة (بولودون) في وادى الميسيسى ، وسمك الحفش . وأسماك رتبة سيلاكانتيني القديمة لم تتغير كثيراً عن أسماك العصر الكربونى حتى العصر الطباشيرى ، فكانت تتحير منقرضة لمدة طويلة ولكن لوحظ حديثاً أن عدة أفراد من نوع كبير يسمى لاتيماريا كالومنى تتبع هذه الرتبة قد صيدت من مياه جنوب شرق أفريقيا .

مراجعة

- ١ - ما هي طوائف الفقاريات الحية التي تسمى حقيقة « بالأسماك » ؟ هل لها مميزات عامة ؟
- ٢ - لماذا تعبر اللامبريات وأسماك الهاج أدناً الفقاريات ؟ متى انقرضت أقرب طائفة تحت لها بصلة ؟
- ٣ - كيف تختلف دائريات الفم عن الأسماك العظروفية فيما يخص الزعانف والقشور ؟
- ٤ - صف تاريخ الحياة للامبرى طفيل .
- ٥ - ما هي الصفات التي تميز الأسماك العظروفية عن دائريات الفم ؟ عن الأسماك العظمية ؟
- ٦ - إلى أى طائفة ينتمى كل من الآتى : القوقع ، ثعبان السمك الخطاطى ، الكيميرا ، سمك الفرخ ؟
- ٧ - كيف يختلف الجهاز التنفسى من ناحية التركيب والوظيفة فى اللامبرى ، والقرش ، والكارب (المبروك) .
- ٨ - نكم عن نظرية أقرب إلى الصواب عن أصل الزعانف المزدوجة فى الأسماك .
- ٩ - فى أى أنواع الأسماك توجد الأنواع التالية من القشور : الدائرية ، القرصية ، المشطية ؟ كيف تنمو القشرة فى سمك عظمى ؟

الفصل الخامس والعشرون

البرمائيات والزواحف طائفة البرمائيات

تضم البرمائيات السلنترات الحية (رتبة البرمائيات الذيلية) ، العلاجيم والضفادع (رتبة البرمائيات اللاذلية) ، السيسيليات الإستوائية عديمة الأطراف (رتبة جيمنوفيرنا) ، وبعض الأنواع الحفرية المختلفة من العصر الديفوني وما بعده . اسم الطائفة يدل دلالة ملائمة على أن معظم الأنواع تعيش جزئيا في الماء العذب وجزئيا على الأرض . والبرمائيات هي باكورة رباعيات الأقدام أو الفقاريات الأرضية . نشأت من غير شك من سلف يشبه السمكة في العصر الديفوني . وقد هيأهم عدة صفات جديدة للحياة على الأرض ، مثل وجود الأرجل بدلا من الزعانف ، اتصال فوهات الأنف بتجويف الفم ، وجود الرئات لتنفس الهواء ، وأعضاء الحس التي تعمل في الماء والهواء . تستخدم البرمائيات كغذاء للفقاريات المختلفة بما فيها الإنسان ، كما تستخدم أنواع كثيرة في تدريس البيولوجيا والبحوث العلمية (شكل ٢٥ - ١)

٢٥ - ١ المميزات (النماذج الحية)

- ١ - الجلد رطب وغدي ، لا توجد قشور .
- ٢ - زوجان من الأطراف للمشي أو السباحة (لا توجد زعانف مزووجة) ، أصابع الأرجل من ٤ إلى ٥ أو أقل (لا توجد أطراف في البسيسيليات ، كما لا توجد أطراف خلفية في فصيلة سينيدي) ، وأن وجدت الزعنفة الوسطية فهي بدون أشعة زعنفية .
- ٣ - فوهات الأنف ٢ ، متصلة بتجويف الفم ، وتوجد بها صمامات لإستبعاد الماء لتساعد في التنفس الرئوي ، الميون غالبا ينجفون متحركة ، طلبة الأذن في الخارج في العلاجيم والضفادع ، الفم عادة به أسنان صغرى ، اللسان غالبا قابل للامتداد للخارج .
- ٤ - الهيكل معظمة من العظم ، للجمجمة لقمطان قنبتان ، الضلوع أن وجدت تكون غير متصلة بالقص .
- ٥ - القلب له ثلاث حركات ، أذنين وطين واحد ، زوج (أو ثلاثة) من الأوراس الوترية ،

خلايا الدم الحمراء يضلوه ولكل نواة .

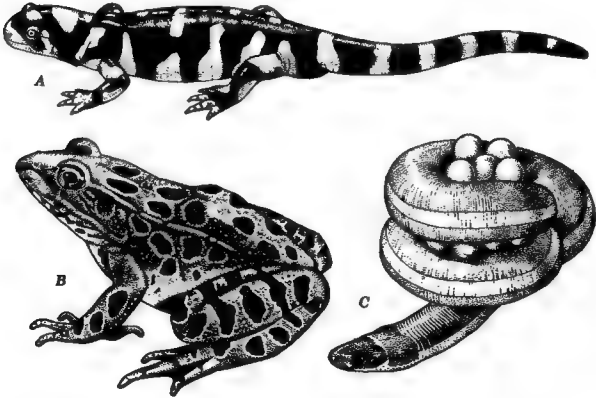
٦ - التنفس بالحياشيم ، والرئات ، والجلد ، أو بطانة الفم ، كل على حدة أو مجتمعين ، توجد الحياشيم في بعض أطوار دورة الحياة ، توجد الأحبال الصوتية في العلاجيم والضفادع .

٧ - الدماغ له ١٠ أزواج من الأعصاب الرأسية

٨ - درجة حرارة الجسم متغيرة (متغيرات الحرارة)

٩ - الإخصاب خارجي أو داخلي ، غالبا بيوضة ، البيض به بعض المح ومحاط بأغلفة جيلاتينية ، التفليح تام ولكن غير متساوي ، لا توجد أغشية جنينية غالبا لها طور يرقى مائي يصبح بعد التحور حيوانا بالغا .

الرأس والعنق واضمحان في السلمندر ، الجذع طويل . هو إما إسطوانى أو مضغوط من الناحية الظهرية البطنية ، وله ذيل طويل . للعلاجيم والضفادع رأس وجذع ملتصحين في جسم عريض مضغوط بدون عنق أو ذيل ، الأطراف الأمامية قصيرة ، والأطراف الخلفية طويلة وطيلة الأذن مكشوفة . أما السيسيليات فهي بدون أطراف وتشبه الدودة ، وبجلدها قشور داخلية صغيرة .



شكل ٢٥ - ١ : أسماك اللومفيات . (أ) السلمندر الغر (أميسوما) يجمع رتبة البرمائيات الليلية) .

(ب) الضفدع الأرقط (رانا بيسس ، فوق رتبة البرمائيات الليلية) . (ج) سيسيليات إسرائيل ، برمانى عديم

الأطراف (اكليويس جفوتوزوس ، رتبة جمفوتوزا) .

يتراوح طول السلمندر بين ٣، ٨ بوصات (٧,٦ إلى ٢٠,٣ سم) . ينمو السلمندر العملاق أندرياس جابويكوس إلى ٦٩ بوصة (١,٧٥ متراً) طولاً ، بينما يكون طول السلمندر المكسيكي (نوريس بناتولوس) ١,٥ بوصة (٣,٨ سم) . يوجد الضفدع العملاق (كونزو جوليات) في الكاميرون الأفريقي وينمو حتى ١٢ بوصة (٣٠,٥ سم) تمثل طول الرأس والجذع ، وأصغر البرمائيات اللاذلية هي عذجوم الشجر الكوي (سمثلوس ليماتوس) فيكون طولها بعد النمو $\frac{2}{3}$ بوصة (ستيمتر واحد) . يتراوح طول معظم العلاجم والضفادع بين ٢ - ٥ بوصات (٥ - ١٢,٧ سم) عندما تكون كاملة النمو .

تركيب الحيوان البرمائى

الضفدع

٢٥ - ٢ الصفات الخارجية

الرأس والجذع ملتصقان عرضياً ، ويوجد زوجان من الأرجل أو الأطراف . يغطي الحيوان جميعه بجلد رطب ناعم لين . وتحمل الرأس فما عرضياً متصفا لتناول الطعام ، توجد فحطان أنفيتين صغيرتان (فحطان الأنف الخارجية) قريبا من طرف البوز وعينتان كبيران كرويان ، وخلف كل عين توجد طبلة الأذن المسطحة ، أو الغشاء السمعي الذى يستقبل الموجات الصوتية . لكل عين جفن علوى معمم لحمى وجفن سفلى أصغر يوجد تحته ويلتحم به جفن ثالث شفاف (غشاء رامش) يمكنه الحركة إلى أعلى فوق مقلة العين حتى تبقى رطبة فى الهواء ويحميها عندما تكون تحت الماء . عند نهاية الجسم توجد فتحة الشرج ، أو فتحة المجمع ، وهى فتحة صغيرة يطرد من خلالها متخلفات الطعام ، ومتخلفات الإخراج السائلة (البول) من الكليتين ، والخلايا الجنسية (البيض والمني) من أعضاء التكاثر (شكل ٢٥ - ٢) .

تشتمل الرجل الأمامية القصية (الذراع) على العضد ، والساعد ، والمعصم ، واليد . واليد راحة صغيرة بها درنات من أسفل ، وأربعة أصابع وإبهام ضامر . وتشتمل الرجل الخلفية على فخذ ، وساق ورجل سفلى ، ورسغ القدم . ثم القدم الطويل وله أحمص ضيق (مشط القدم) وخمسة أصابع قدم متصلة بششاء رقيق عريض .

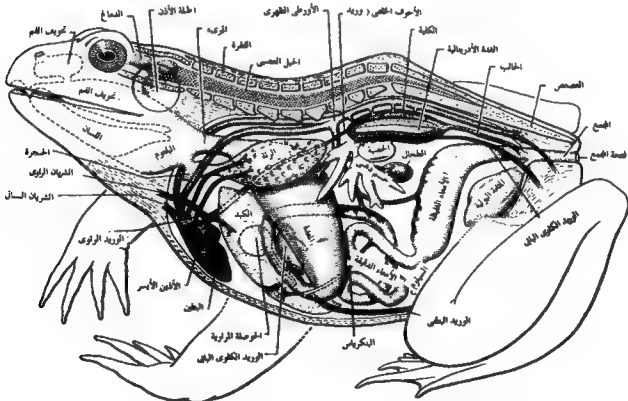
٢٥ - ٣ غطاء الجسم

يشكل الجلد الرقيق المرن الذى يغطي الحيوان كله حماية طبيعية ، فيطرد الكائنات التى تسبب الأمراض ، ويستخدم فى التنفس ، وهى الوسيلة لإمتصاص الماء ، لأن الضفدع لا يشرب . وكما هو الحال فى جميع الفقاريات الأرضية يحتوى الجلد على بشرة طبقية خارجية ، وتحتها أدمة ، والإنتان تتكونان من عدة طبقات من الخلايا . الخلايا القاعدية للبشرة (طبقة مولدة تنتج طبقات متتابعة من الخلايا تتحرك فى اتجاه الخارج وتتفطح ، وتصبح الطبقة الخارجية غطاء قريبا رطبا . تتكون طبقة جديدة تحت الغطاء القديم كل شهر تقريباً فى فصل الصيف ، وينسلخ الغطاء القديم أو يتآكل . فينشق عند الظهر ثم يفصل شيئا فشيئا قطعة واحدة بواسطة اليدين وعادة يتعلمه الضفدع . تتكون الأدمة أساسا من

نسيج ضام . جزؤها الخارجى إسفنجى ويحتوى على غدد وخلايا صبغية فوق طبقة قائمة من الألياف والحبيبات . والجذع العميق هو طبقة متناسكة من ألياف النسيج الضام المتشابكة مسببة مرونة الجلد في طبقة الأدمة وتحته توجد أعصاب وأوعية دموية لها أهمية في التنفس الجلدى . والجلد في الضفادع والعلاجيم ، خلافا لما هو موجود في الفقاريات الأخرى ، يلتصق بالجسم فقط في خطوط محددة طويلة .

تنتج غدد الجلد إفرازات تمر للخارج على سطح البشرة خلال قنوات رقيقة . الغدد المخاطية كثيرة وصغيرة وتفرز سائلا مائيا عديم اللون يحفظ الجلد رطبا ، لاما والزجا . إذا قبض على الضفدع بخشونة أو وضع في كلوروفورم ، فإن الغدد السامة القليلة الكبيرة الحجم تصب إفرازات أبيض شبه قلويا له طعم لاذع يحمى الحيوان إلى حد ما من الحيوانات المفترسة .

تلون الجلد حبيبات صبغية معبرة في البشرة وخلايا صبغية في الأدمة - خلايا سوداء بها صبغ أسود أو بنى ، وخلايا صفراء بها صبغ أحمر أو أصفر - وحاملات الجوانين وبها بللورات مبيضة اللون تلون الضفادع عادة بلون مشابه للوسط المحيط بها وذلك كحماية لنفسها ، فيكون لونها أخضر أو بنى على السطح الظهري والجانبين ، وشاحب مبيض على السطح البطنى . لا يوجد صبغ أخضر ، ينتج اللون السائد من تداخل لونين والأصباغ تمتص بعض أشعة الضوء وتعكس الأخرى (لون كيميائى) ومن التركيب الميكروسكوبى للطبقات الخارجية للجلد التى تعكس بعض الألوان

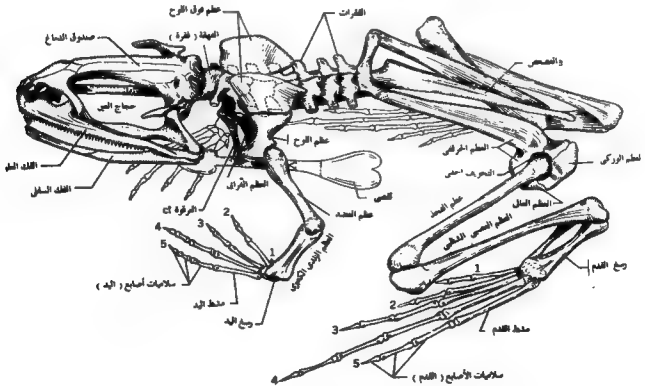


شكل ٢٥ - ٢ : الضفدع . التركيب الداخلى . الظل الداكن ، أوردة ، الظل الفاتح ، شرايين .

وتغير الأخرى (لون فيزيقي يرجع إلى ظاهرة التداخل) تنتج البقع الداكنة من تجمع الخلايا السوداء ، والبقع الذهبية من تجمع الخلايا الصفراء . في معظم اليرماتيات تكون النماذج اللونية ثابتة ، ولكن في بعضها تطراً تغيرات ملحوظة على اللون . ينتج اللون الداكن عندما تنتشر حبيبات الصبغ داخل الخلايا الصبغية ، وينتج اللون الباهت عندما تتركز هذه الحبيبات تنتج التغيرات في اللون نظراً لظروف خارجية وداخلية . فإخفاض درجة الحرارة ينتج عنه اللون الداكن ، بينما نجد أن اللون يصبح باهتاً عند ارتفاع درجة الحرارة ، أو الجفاف ، أو الضوء الشديد . بعض هذه التغيرات تستحث من خلال العينين لأنه ثبت بالتجربة أن الضفادع العمياء لا يتغير لونها . يرجع تنظيم اللون جزئياً إلى هرمون انترميدين من الغدة النخامية ، وجزئياً إلى هرمون الغدة الكظرية (الأدرينالية) ، وأخيراً إلى الجهاز العصبي .

٢٥ - ٤ الجهاز الهيكلي

الجهاز الهيكلي هو جهاز نموذجي لرباعيات القدم كما وصف سابقاً (الفقرات ٣ - ٥) إلى (٨ - ٣) ، ولكن به بعض التحورات للحركة (شكل ٢٥ - ٣) . في فقرات الضفدع المبكرة يكون الهيكل من الغضروف ، ولكن بعد ذلك تصبح أجزاء كثيرة منه من العظم الصلب (الفصل ٢) . يبقى الغضروف عند نهايات عظام الأطراف مكوناً أسطحاً مفصلياً ناعمة ، وفي أجزاء من الجسم ، وفي أحزمة الأطراف .



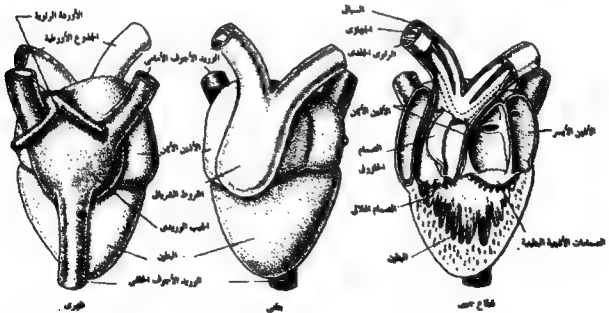
شكل ٢٥ - ٣ : هيكل الضفدع الصغير (وانا كاسيانا) .

بجانب إفرازات من غدد بجدار الأمعاء . معظم الحضم والإمتصاص يتم في الأمعاء الدقيقة . تتحرك البقايا غير المهضومة ببطء إلى الأمعاء الغليظة وذلك بواسطة الحركة الدودية للأمعاء . ثم تتحول إلى براز وفي النهاية تمر للخارج خلال المجمع وضحة الشرج .

٢٥ - ٧ الجهاز الدوري

القلب له ٣ غرف ويتكون من (١) بطين مخروطي سميك الجدار في الخلف ، (٢) أذنان أيسر وأيمن في الأمام بجدار عضلية رقيقة ، (٣) جيب وريدي رقيق مثلث الشكل على الناحية الظهرية ، و (٤) مخروط شرياني أنبوي متين من القاعدة الأمامية للبطين (شكل ٢٥ - ٥) . تمنع الصمامات الموجودة بين غرف القلب السريان المضاد للدم . يفصل بين الأذنين حاجز بين أذني . يوجد في المخروط الشرياني صمام حلزوني رقيق مبروم . يغطي القلب غشاء رقيق هو غشاء التامور ويحيط به كيس من نفس المادة .

ويكون دوران الدم كالتالي . يتجمع الدم في الجيب الوريدي الذي ينقبض ليدفع الدم في الأذين الأيمن . يتجمع الدم من الرئتين في الأذين الأيسر . بعد ذلك ينقبض الأذينان ويدفعان محتوياتهما إلى البطين . عندما ينقبض البطين يدفع الدم المؤكسج والغير مؤكسج إلى المخروط الشرياني ولكن الصمام الحلزوني يحول معظم الدم الغير مؤكسج ، القادم من الجهة اليمنى للبطين ، داخل القوس الرئوي الجلد ، ومعظم الدم المؤكسج ، القادم من الجهة اليسرى للبطين ، داخل القوسين الساقين والجهازى . من المعتقد أن التنفس بواسطة الجلد في الماء وعلى الأرض يعرض الفشل في ضخ كل الدم الغير مؤكسج إلى الرئتين .



شكل ٢٥ - ٧ : قلب الصدفج المبجل ، مكبرا .

يتجزأ كل فرع من فرعى المخروط الأيمن والأيسر إلى ثلاثة أوعية رئيسية أو أقواس ، السباق العام للرأس ، الجهازى للجسم والأحشاء ، والرئوى الجلدى إلى الرئة والجلد ، عند أنقسام السباق توجد غدة سباتية استنجية لتنظم التقلبات المرتفعة فى ضغط الدم ، التى يسببها القلب ، فى الجهاز الدورى الطرفى .

ينحنى القوسان الجهازيان حول المرىء ليلتحما فى أبهر ظهري أوسع. يمتد للخلف تحت الفقرات . ينقسم الشريان الرئوى الجلدى إلى شريان رئوى ينقسم إلى شعيرات داخل الرئة ، وشريان جلدى يتفرع على السطح الداخلى للجلد . الجهاز الشريانى يشبه الشجرة ذات الفروع المتكررة (شكل ٢٥ - ٦)

الجهاز الوريدى إلى حد ما أكثر تعقيداً . يعيد الدم إلى الجيب الوريدى ويريدان أجوفان أماميان بواسطة أوردة من الرأس ، والطرفين الأماميين ، والجلد. بينما يجمع الوريد الأجوف الخلفى الأوسط الدم من الكليتين ، المنسلين ، والعضلات الظهرية . توجد أيضاً ثلاث مسارات وريدية خاصة (١) ويريدان رئويان يعيدان الدم بعد أكسحته فى الرئتين إلى الأذى الأيسر ، كل الأوردة الأخرى تصب فى الجيب الوريدى والأذين الأيمن . (٢) يجمع الجهاز الكبدى الباقى الدم من القناة الهضمية (المعدة والأمعاء) ونحمله إلى الكبد حيث تفتت الأوردة إلى شعيرات ، ثم يتجمع الدم فى أوردة كبدية تدخل فى الوريد الأجوف السفلى . تسمح الدورة الكبدية البابية بمرور بعض المواد الموجودة فى الدم والآتية من القناة الهضمية لتخزن أو تتقى أثناء مرور الدم فى الكبد . فى الضفدع يستقبل الوريد الكبدى الباقى وريداً بطنياً يجمع الدم من الطرفين الخلفيين (الوريدين الفخذيين) ، والمثانة ، وجدار الجسم البطنى . (٣) الجهاز الكلى الباقى يجمع الدم من الطرفين الخلفيين (الوريدين الوركين والوريدين الفخذيين) وجدار الجسم الخلفى ثم يتفرع إلى شعيرات داخل الكليتين . يتجمع الدم بواسطة الأوردة الكلوية ويعود للقلب فى الوريد الأجوف الخلفى (لا يوجد جهاز كلوى باقى فى الفقاريات العليا) .

٢٥ - ٨ الجهاز التنفسى

أعضاء التنفس هى الرئتان والجلد وبطانة تجويف الفم ، وكلها لها أسطح رطبة (طلاية) ملاصقة لأوعية دموية . يذوب أو كسجين الهواء فى رطوبة السطح ويتشرب للدخول إلى الدم ، بينما يمر ثانى أو أكسيد الكربون فى الاتجاه العكسى . الرئتان فى الضفدع (شكل ٢٥ - ٧) كيسان رقيقان مرنان ، لكل ثنيات داخلية قصيرة تزيد السطح الداخلى مكونة عدة غرف صغيرة أو حويصلات مبطنة بشعيرات رئوية . تتصل كل رئة بواسطة قصبة هوائية قصيرة بصندوق الصوت أو الخنجر خلف فتحة الزمارة .

تقوى الخنجره بالفصاريه وتحتوى على شريطين مرنين هما الأحبال الصوتية . عندما يدفع الهواء بقوة من الرئتين تهذب الأحبال وتحدث تقيفاً . تنظم طبقة الصوت بواسطة شد عضلى على الأحبال.

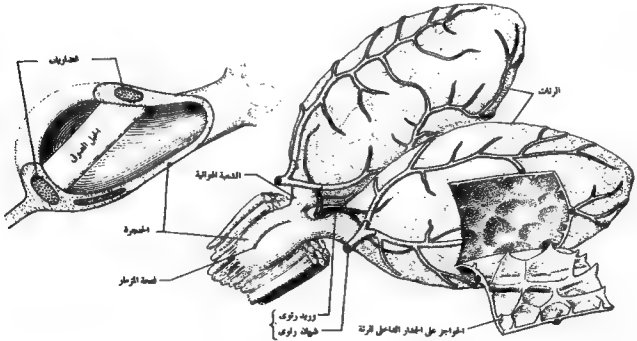
٢٥ - ٩ الجهاز الإخراجي

أعضاء الإخراج الأساسية في الضفدع كليتان طويلتان بنيتا اللون (شكل ٢٥ - ٨) توجدان على الناحية الظهرية للسيلوم والبريتون . على الناحية البطنية لكل كلية يوجد عدد كبير من الأقماع المهدبة (أقمام الكلية) يمكنها صرف المنتجات المتخلفة من السيلوم وتتصل بالأنابيب البولية في يرقات الضفدع ولكنها تتصل بعد ذلك بالأوردة الكلوية . وهذا التنظيم التركيبي خاص بالضفادع والملاجيم .

يمر البول المتجمع في الكلية إلى الحالب ثم إلى المجمع ويمكن أن يخرج مباشرة من فتحة المجمع أو يخزن مؤقتاً في المثانة رقيقة الجدار المتصلة بالناحية البطنية للمجمع . يصل الخرج اليومي من البول في الصيف إلى حوالي ثلث وزن الضفدعة .

٢٥ - ١٠ الغدد الصماء

مثل الفقاريات الأخرى ، للضفدع عدة غدد صماء أو غدد لا قوتية تنتج الهرمونات . عند قاعدة الدماغ توجد غدة نخامية صغيرة من ثلاثة فصوص . يفرز الفص الأمامي في يرقات والصغار هورمونا منبها للنمو ينظم النمو وخاصة نمو العظام الطويلة ، كما يؤثر أيضاً على الغدة الدرقية . إزالة

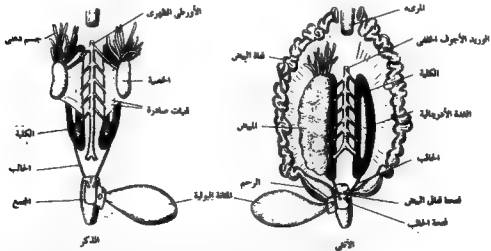


شكل ٢٥ ٧ : أعضاء التنفس في الضفدع المعجل (منظر جانبي ظهري) . اليسار : الحنجرة مفتوحة وبها الحبل الصوتي في مكانه .

الغدة في اليرقات يُؤخر نموها ولا تتحول إلى الضفدع ، وإعادة زراعة الغدة يعيد هذه الوظائف . بتغذية اليرقات أو حقنها بمستخلص من هذه الغدة تنتج يرقات أضخم من الحجم العادي . في الضفدع البالغة يفرز الفص الأمامي هرمونا متبها للمناسل وهو مسئول عن خروج البيض والمني من أعضاء التكاثر . إذا نقلت الفصوص الأمامية على أهام متعاقبة إلى أنثى بالغة لكنها غير متناسلة ، فإن البيض ينضج على الفور ، وتضعه الأنثى ، ولو أجريت نفس التجربة على ذكر فإن الفصوص المنقولة سوف تسرع النضوج الجنسي ، ثم التحضين ونزول الحيوانات المنوية . ينتج الفص الأوسط هرمون الأنتريمدين الذي ينظم فعل الخلايا الصبغية في الجلد . إزالة هذا الفص يتبعها ايضاض ملحوظ ناتج عن تركيز الصبغ . وإذا نقل إلى الضفدع بعد ذلك ينتشر الصبغ ويعود اللون العادي . الفص الخلفي بالتاكيد ينظم دخول الماء عن طريق الجلد ، فإذا تمتع أنسلاخ البشرة القرنية وتسبب ترسيب الصبغ فيها .

الغدة الدرقية الصغيرة تقع خلف الغضروف اللامي وتنتج هرمون الثيروكسين الذي ينظم الأيض العام . تكبر الغدة ويكثر إفرازها في اليرقات قبل أن تتحول إلى ضفدع . إذا أزيلت هذه الغدة فإن اليرقات لا تتحول . إذا حقنت الغدة أو خلاصتها في اليرقات الصغيرة للضفدع الكبير ، التي عادة يستمر طور اليرقة فيها لمدة عامين ، فإن التحور يحدث سريعا .

يفرز البكرياس ، بجانب الإنزيمات الهاضمة ، هرمون إنسولين ، الذي ينظم أبيض السكر . ينتج هذا الهرمون من مجاميع من الخلايا الخاصة ، تسمى جزر لانجرهانز . وفعل هذا الهرمون أقل وضوحا في الضفدع ذات الدم البارد عنه في الطيور والثدييات على السطح البطني لكل كلية توجد الغدة الكظرية (الأدرينالية) ذات الوظائف المعقدة (أنظر فقرة ٨ - ٨) . فهرموناتها تسبب ارتفاعا في ضغط الدم ، وشحوبا بالجلد ، وبعض التأثيرات الأخرى .



شكل ٢٥ - ٨ : منظر بطني لأعضاء الإخراج والتناسل (الجهاز البولي التناسل) في الضفدع . المجموع منسوخ من الجهة البطنية يوضح مدخل القنات (مكبوا) والمثانة البولية محولة جنبها . الأورطى الظهري والشرابين مبيتة في الذكر ، والوريد الأجوف الخلفي في الأنثى ، البيض الأيسر محذوف

٢٥ - ١١ الجهاز العصبي

يوجد دماغ الضفدع في ترتيب خطي وله في الأمام نصف الكرة المخيان المتدان اللذان ينتهيان ناحية الأمام بفصين شهييين صغيرين . خلف نصفى الكرة المخييين يوجد الفصان البصريان البارزان ، يتجهما مخيخ صغير جدا . النخاع المستطيل كبير وسقفه مفتوح ، ملتحم مع الحبل الشوكي من الخلف . على الناحية البطنية ، وبين المخيخ والفصين البصريين يوجد التعاليب البصرى ، يليه القمع والجسم النخامى . يمتد الحبل الشوكي إلى الخلف من النخاع المستطيل داخل الأقواس العصبية للفقرات ليتنى كخييط رفيع في العصص . يخرج من الحبل الشوكي وبين الفقرات ١٠ أزواج من الأعصاب الشوكية ، وتظهر كحزم بيضاء لامعة على الجدار الظهري للبطن فوق الريدون . كل عصب له جذران ، الجذر الحسى أو الظهري ، والجذر الحركى أو البطنى (فقرة ٨ - ٦) . يلتحم الجذران بعيدا عن الحبل ليكونا العصبى الذى يمتد إلى جزء معين من الجسم أو الأطراف . على كل جانب يتصل العصب الثانى الكبير أو العصب العضدى بشبكة تعرف بالصفيرة العضدية التى تمتد منها الأعصاب إلى الطرف الأمامى ومنطقة الكتف ، وتكون الأعصاب السابع والثامن والتاسع صغيرة وركية تنتشر في الطرف الخلفى .

حددت وظائف الدماغ بدراسة سلوك الضفادع بعد إجراء تجارب لإصابته ، أو إزالة أجزاء ، أو بالتنبية بالتيارات الكهربائية . تستخدم الفصوص الشمية في حاسة الشم ، نصف الكرة الخي هو منطقة للذاكرة ، والدكاء ، والتنظيم الإرادى في الحيوانات العليا ، ولكن في الضفدع فإن وظيفته أقل وضوحا . إزالته تعطل الذاكرة ، وتجعل الضفدع في حالة ثبات ، وتصبح حركاته آلية ، المخ البينى له علاقة بالإبصار والاتزان . الفصوص البصرية تكتب انعكاسات في الحبل الشوكى . كل فص يتحكم في الجانب المقابل من الجسم . في الفقاريات العليا يعتبر المخيخ مركز للتأثر ، وفي الضفدع هو عضو توازن . يتحكم النخاع المستطيل في معظم الأنشطة الجسدية ، إذا أذيل كل الدماغ ما عدا النخاع المستطيل فإن الضفدع يمكنه أن يقفز ، ويسبح ، ويمسك بطعامه ويتعلمه ، ويعود إلى وضعه الطبيعى إذا قلب ، كما يتنفس طبيعيا . إزالة النخاع المستطيل يتبعها الموت بسرعة .

٢٥ - ١٢ أعضاء الحس

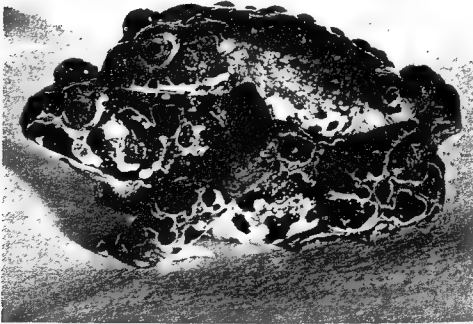
للضفدع طبلية أذن (غشاء سمعى) مكشوف على كل جانب من الرأس لتستقبل التجمجات الصوتية من الهواء أو الماء . تثقل الذبذبات التى تحدث في طبلية الأذن في القسمة التى تحتها (أذن وسطى) بواسطة قضيب (عويد الأذن) يصل ما بين طبلية الأذن والأذن الداخلية التى تقع داخل العظم القبل سمعى ، وتحوى على حجرة مليئة باللمف وبها نهايات عصبية من العصب السمعى (الرأسى الثامن) حيث تسجل التأثيرات الصوتية . الضفدع غير حساس لمعظم الأصوات ولكنه يتفاعل مع نقيق الذكور في موسم التماسل .

عين الضفدع من النوع المميز للفقاريات الأرضية . وتكون مرفوعة فوق مستوى الرأس مما يعطيها بروز خاص . العدسة في الضفدع لا يتغير لا في الشكل ولا في الموضع .

٢٥ - ١٣ جهاز التكاثر

منسلا الأثنى أو المبيضان معلقان على الناحية الظهرية للسيلوم قريبا من الكليتين ، كل يدعمه مسراق ، في أوائل الربيع يحتوى مبيضا الحيوان البالغ على المئات من البيض الأسود الصغير تسبب إنتفاخا في البطن . ولكنها في الصيف تصبح كتلة صغيرة من مادة مبيضة ومادية اللون . كل مبيض عبارة عن كيس مفرغ مكون من ٤ إلى ٧ فصوص وله جدار رقيق مزدوج . كل بيضة تكون داخل حوصلة رقيقة مكونة من خلايا تقع بين جدارى المبيض . يمد المبيض شرايين تحضر له المواد اللازمة نمو البويضات . على كل جانب من الخط الأوسط الظهرى للسيلوم توجد قناة بيض ملتوية بيضاء اللون ، طرفها الأمامى قمع مهدب مفتوح (الفتحة) ، وطرفها الخلفى يتصل بالحلبة الظهرية للمجمع .

عندما ينضج البيض في موسم التناسل ، تتمزق الحوصلة (تحت تأثير هرمون من الغدة النخامية) ، وينقل البيض إلى السيلوم حيث يتحرك إلى الأمام بفعل أهداب البريتون ويدخل قمعى قناتي البيض ، ثم يتحرك داخل القناتين إلى أسفل بواسطة الأهداب التى تغطي الحيوذ الطولية المبطنة للقناتين . بين هذه الحيوذ توجد خلايا غدية تفرز مادة زلالية تتكون منها الأغلفة الجيلاتينية (الهلامية) التى تنتفخ حول البيض بعد وضعه .



شكل ٢٥ - ٩ : التزاوج في علاجيم اليوسيت (بوفوكانوروس) . مثال لإزدواج الشكل الجنسي الذكر (فوق) أنثى زهرى ، والأثنى (تحت) ، أسود وأبيض .

للذكر خصيتان صغيرتان تشبه كل منهما حبة الفول مثبتتان بجوار الكليتين بمساريق . كل خصية هي عبارة عن كتلة من الأنبيبات النوية المتتوية حيث تنتج الحيوانات النوية . يدخل المني الناضج عدة قنوات صغيرة ، القنوات الصادرة ، التي تتصل بالأنبيبات البولية من الجزء الأمامي من الكلية . يمر المني في الأنبيبات ثم في الحالب (قناة بولية تناسلية متحدة) ، ويمكن أن يجتاز في الطرف الخلفي المتسع أو الحوصلة النوية التي توجد في بعض أنواع الضفادع . عند التزاوج يطلق المني من المجمع ليخصب البيض .

في معظم أنواع الضفادع والعلاجيم تختلف الصفات الخارجية في الذكر عن تلك التي في الأنثى (شكل ٢٥ - ٩) . ففي الذكر تكون عضلات الذراع أثقل ، والأصابع الداخلية أقصر ولكنها أقوى ، كما توجد على الأصابع وسادات خشنة للتزاوج . في ذكور العلاجيم ، وفي علجوم الشجر ، يوجد كيس رنان أوسط على الذراع ، وفي بعض الضفادع يوجد كيسان . طيلة الأذن أكبر في ذكر الضفدع الكبير والصفدع الأخضر . كما يختلف جنسا بعض العلاجيم في اللون . في الطيور والثدييات ترجع مثل هذه الاختلافات الجنسية إلى الهرمونات (شكل ٨ + ٥) ، ولكنها ليست بمثل هذا الوضوح في كل البرمائيات . زرع خصية في أنثى العلجوم تؤدي إلى تكوين وسادات تزاوج سمكية كالتي توجد في الذكر .

٢٥ - ١٤ تاريخ طبيعي ودورة الحياة

تحتاج الضفادع إلى بيئة رطبة ، حتى يُحفظ الجلد القدي اللين رطبا ، ومعظم الأنواع تعيش في أو قربها من البرك أو المجاري المائية . البرمائيات من ذوات الدم البارد أو متغيرات الحرارة . تعتمد درجة حرارة الجسم على درجة حرارة البيئة . قليل من الأنواع تعيش في المناطق الباردة ، في الجبال المرتفعة ، وحتى في دائرة القطب الشمالي ، ولكنها تكثر من ناحية الأنواع والأفراد في المناطق الرطبة المعتدلة والاستوائية . فهي تتكاثر ، وتتغذى وتنمو أثناء الطقس الدافئ ولكنها تبيت بيئات شتوية في الشتاء البارد . وفي حالة الحمول هذه يهبط أيض الجسم إلى مستوى منخفض وتبطئ ضربات القلب .

معظم أنواع الضفادع التي تعيش في المناطق المعتدلة تخرج في وقت محدد من الربيع ، تحلده درجة الحرارة ، ومعظم الأنواع تبدأ على الفور في أنشطة التكاثر . تتجمع الذكور في المياه الملائمة وتبدأ في التفتيح لتجذب الإناث . عندما ينضج بيض الإناث تدخل إلى الماء حيث تحضن كل أنثى بواسطة ذكر . يمتلئ ظهرها ثم يمسكها بإحكام لافا طرفيه الأماميين حول صدرها . وعندما تُخرج الأنثى بيضها ، يقذف الذكر بالمني أو السائل المنوي المحتوي على الحيوانات المنوية ليخصبها . تنتضخ الأغشية الجيلاتينية المحيطة بالبيض وتلتصق بأفرع النباتات . يكون بيض كل أنثى كتلة كبيرة من التاييوكا . يبدأ التكوين مباشرة وتكون طي كل بيضة جنينا يخرج بعد بضعة أيام من الجيلاتين كأني ذبذبة صغير أو يقة ، لها رأس وجسم يضاربون وذيل مضغوط رقيق ، وفكوك قرنية تستخدم في حك الطحالب الخضراء العالقة بأجسام في الماء للطعام . ولذلك فالأمعاء طويلة وملتوية حلزونية . لليقة ثلاثة أزواج من الحياشيم الخارجية على البلعوم وتستبدل بعد ذلك بثلاثة أزواج من الداخلية داخل فتحات الحياشيم . بعد مدة تظهر الأرجل الخلفية ولكن الأرجل الأمامية تكون مخفية تحت غشاء على السطح البطني للجسم . بعد بضعة أسابيع أو شهور تتحور اليقة ، وتعتمد المدة على النوع وعلى درجة الحرارة السائدة . بعد تكوين الرثات تبحث عن المياه الضحلة لتنفس الهولم . تظهر الأرجل الأمامية ويعيش الحيوان - تعف يرق

ونصف بالغ - على حافة الماء حيث يتسع الفم ، وتتمتع الحياشيم والذيل ، وتقتصر الأعداء . وعند ذلك يصبح أبو ذنبية ضفدعا ، وبعد سنة أو أكثر يصير ناضجا جنسيا ويتكاثر .

تضع كل أنثى الحيات من البيض ، بعضها يفشل في أن يتكون ، وبعضها يؤكل بواسطة الحيوانات المفترسة . وتستهلك كثير من اليقاقات بواسطة الأسماك ، والثعابين ، والسلاحف المائية ، والحشرات المائية . وبعض اليقاقات تموت بسبب جفاف الماء قبل أن تتحرك . كما تتحير الضفادع الصغيرة فهسة لما ذكر من الحيوانات وحيوانات مفترسة أخرى . من كل الأعداد الكبيرة التي توضع من البيض في كل موسم ، عدد قليل فقط تصبح ضفادعا بالغة ، ولكنها تحت الظروف العادية تعتبر كافية للحفاظ على الضفدع كنوع .

تركيب البرمائيات الأخرى ٢٥ - ١٥ الصفات الخارجية

الجلد المزود بكميات كبيرة من الدم وغدد مخاطية كثيرة يحفظ سطح الجسم رطبا في الهواء ويمكن من التنفس الجلدي ، وهذه الصفة قد وضعت قيوداً على تطور الملائمة الأرضية في هذه الحيوانات . يحتوي الجلد على غدد سامة أحياناً متجمعة كالتآليل الموجودة على العلاجيم (الإمساك بالعلاجيم لا يسبب تآليل بجلد الإنسان) . الألوان في البرمائيات عادة زاهية ومتباينة وينتج عن التفاعل بين ثلاثة أنواع من الخلايا الصبغية .

تحمل راحة اليد وأخمص القدم درنات قرنية صغيرة ، على القدم الخلفية في سكايفوبوس وبعض العلاجيم الأخرى تصبح الدرنات الداخلية مجوفة قاطعة قرنية حتى أن هذه الحيوانات تحفر بأطرافها في الأرض عندما تبحث عن المأوى . علاجيم الشجر وبعض الضفادع لها أقراص متسعة على كل الأصابع تستطيع بواسطتها أن تلتصق بالأسطح العمودية وتتسلقها . الغشاء الموجود بين أصابع الطرف الخلفي يكون صغيراً في العلاجيم الأرضية ولكنه متسع في الضفادع التي تعيش أكثر حياتها في الماء .

٢٥ - ١٦ الهيكل

يشابه الهيكل في السلمندر هيكل الفقاريات الأخرى الطويلة الجسم حيث توجد فقرات عديدة (تصل إلى ١٠٠ في الأمفيوما) ، توجد أكثر من ٢٥٠ فقرة في بعض السيسيليات . توجد الضلوع في السلمندرات والسيسيليات ، وبعض الضفادع البدائية . يكون الحزام الحوضي في السلمندر قصيراً ، والسيسيليات ليس لها أطراف ولاأخرمة . معظم البرمائيات لها أسنان دقيقة على الفك العلوي وسقف الفم . بعض السلمندرات لها أسنان على الفكين . ولكن الأسنان غير موجودة في العلاجيم . تثبت الأسنان على سطح العظام وتبدل بصفة مستمرة وبطريقة متبادلة .

٢٥ - ١٧ التنفس

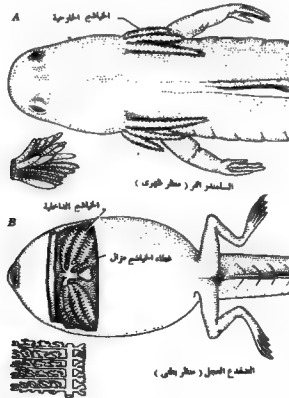
للبرمائيات أكثر من طريقة للتنفس على بئى حيوان فقارى آخر ، وهذا يعكس عدم ثبات مقرها بين الماء والأرض . في أنواع مختلفة تعمل الحياشيم ، والرئات ، والجلد ، والتجويف القمى البلعومي معا أو منفصلين . القلب في الرقات يشبه قلب السمكة له أذنين واحد وبلعون واحد وكل دم القلب

وريدى (غير مؤكسج) ، ولكن الرمائيات البالغة لها أذيتان ودوران مزدوج للدم داخل القلب .
توزع الشرايين الرئوية الجلدية الدم إلى الرئات والجلد في كل الرمائيات البالغة التى ليس لها خياشيم .

توجد ثلاثة أزواج من الخياشيم الخارجية في أجنة ويرقات كل الرمائيات ، وتبقى في بعض السلمندرات المائية المحددة (نكتوروس ، أمفيوما ، والسيرين) . في ألى ذنبيه يسحب الماء للداخل خلال الفم وفحات الأنف ، ثم يدفع فوق الخياشيم ويمر للمخارج خلال الثقوب التنفسية . تساعد السلمندرات في التهوية بتحريك خياشيمها .

الرئات في الرمائيات أكياس بسيطة عادة ولها حواجز داخلية قصيرة تحوى على الأوعية الدموية (شكل ٢٥ - ٧) . وقد حدث ضمور في رئات بعض السلمندرات التى تعيش في المجارى المائية الجبلية السريعة (ريكوتيتون) وتختفى الرئات في السلمندرات الأمريكية الأرضية (بلثو دونتيدي) .
(يتعدى) .

في كثير من الرمائيات ، يكون التنفس فمى بلعومى . النبضات التى تحدثها أرضية التجويف الفمى تحرك الهواء داخل وجارج فحات الأنف ، وتحديث أكسجة للدم الموجود في أوعية تحت الغشاء المخاطى المبطن لتجويف الفم .



شكل ٢٥ - ١٠ : الخياشيم في يرقات الرمائيات ، أنسكال مكبرة تين التفاصيل الدقيقة للخيوط الخشومية .
(أ) السلمندر الحمر (منظر ظهري) . (ب) الضفدع البجل (منظر بطني) .

تستخدم الضفادع والعلاجيم أحيالها الصوتية لإحداث نداعاتها المعروفة المميزة في كل نوع ، بعضها له أكياس رنانة على الرقن تكبر النغمات . والسلمندرات ليس لها أحيال صوتية باستثناء سلمندر واحد هو دايكاميتودون .

تاريخ طبيعي ٢٥ - ١٨ التوزيع

توجد البرمائيات عامة في المناطق المعتدلة والمناطق الإستوائية . وهى تعيش في الأماكن الرطبة أو في الماء . لا توجد برمائيات بحرية . وتوجد بقلة في المناطق المرتفعة والقطبية ، ورغم ذلك يعيش علجوم شجر وضفدع على ارتفاع أكثر من ١٢,٠٠٠ قدم (٣,٦٠٠ متر) في جبال كاليفورنيا ، كما تعيش عدة ضفادع في منطقة القطب الشمالى .

جرو الطين (نكورووس) ، والهلندر (كرييتو برانكوس) ، ثعبان الكونجو (أمفيوما) ، ثعبان الطين (سيرين) ، وضفادع البييد (بيبا وأكسنوبس) كلها بالتحديد برمائيات مائية . يعيش الضفدع الكبير في الماء أو قريبا منه ، كما تعيش ضفادع أخرى ، بينما يسكن ضفدع الخشب أرض الغابات الرطبة . بعض ضفادع الشجر هى جزئيا أو كليا شجرية . تختبئ السلمندرات الأرضية تحت الحجارة أو كتل الخشب ، وبعضها شجرى . السيسيليات الإستوائية تدفن نفسها في الأرض الرطبة أو تسبح .

٢٥ - ١٩ النشاط الموسمي

لا بد لجميع البرمائيات من أن تتحاشى درجة الحرارة المرتفعة والجفاف وذلك بسبب عدم وجود أى تنظيم لدرجة حرارة الجسم كما أنها تفقد الماء بسهولة من جلدها اللين . تقاوم البرمائيات الحفاف بطرق سلوكية وفسيولوجية . تبيت الضفادع والسلمندرات المائية بيانا شتويا خلال الشتاء بأن تغوص في أعماق البحيرات والجاري التي لا تتجمد . تدفن العلاجيم والسلمندرات الأرضية نفسها ، أو تغوص تحت الجليد .

في بعض الولايات الجنوبية توجد برمائيات كثيرة نشطة في كل الفصول ، ولكن في أراضى كاليفورنيا المنخفضة الحرارة الجافة تبيت بعض البرمائيات خلال الصيف .



شكل ٢٥ - ١١ : اللسان في سلمندر بليغودونت وفي الضفدع عند إمساك بالقرمصة

٢٥ - ٢٠ الطعام

تأكل البرمائيات البالغة ويرقات السلمندر الحيوانات الحية المتحركة فقط مثل الحشرات ، الديدان ، والرخويات الصغيرة (شكل ٢٥ - ١١) . الأنواع المائية الكبيرة تأكل الأسماك الصغيرة ، ويقتصر الضفدع الكبير أحياناً أسماكاً وطيوراً وثدييات صغيرة . كما تقتصر البرمائيات الكبيرة الأفراد الصغيرة من نوعها أو أنواع أخرى . تتغذى اليرقات المائية للعلاجيم والضفادع على الطحالب والقطع الصغيرة من الحيوانات الميتة في الماء . كما يرشح بعضها البكتريا من الماء .

٢٥ - ٢١ الحيوانات المفترسة

الضفادع وعلاجيم الشجر هي غذاء ثابت للأسلاف المائية ، والثعابين ، والبلشون ، وبعض الصقور ، والراكون ، والأسماك الكبيرة . تحمي الإقراصات اللازمة للتأليل الموجودة على العلاجيم هذه البرمائيات من كثير من الحيوانات المفترسة ، ولكن لا تحميها منهم جميعاً . ولنفس السبب نادراً ما يأكل النيوت بواسطة حيوانات أخرى . تقتصر يرقات البرمائيات بكثرة بواسطة بق وخنافس الماء الكبيرة ، وبواسطة حورية الرعاشات وأيضاً بواسطة البرمائيات البالغة .

٢٥ - ٢٢ التكاثر (شكل ٢٥ - ١٢)

تتزاوج معظم البرمائيات في الماء ، حيث يوضع البيض ويفقس وحيث تعيش وتنمو اليرقات المتكونة حتى تتحول إلى الأطوار البالغة . لكل نوع نموذج مميز لمكان التناسل حيث يجتمع الجنسان في موسم التناسل ، كما وصف في الضفادع . تعود أفراد السلمندر (مثل تاريخاً) إلى نفس مكان التناسل سنة بعد أخرى متجنبين الأماكن المجاورة التي يحتلها أفراد آخرون من نفس النوع . وتقوم السلمندرات المائية والأرضية باستعراضات غزل إذ يتشمم الذكر دائراً حول الأنثى ، ويمكن أن يمتطيها ، ولكنه في النهاية يضع واحدة أو أكثر من حاملات المنى (حزم المنى) على القاع أو الأرض . تُنقل هذه الحاملات إلى داخل مجمع الأنثى حيث تلقح البيض داخلياً قبل أن يوضع .

يغطي بيض البرمائيات بواحد أو أكثر من الأغلفة الجيلاتينية تحميها من الصدمات والجفاف



شكل ٢٥ - ١٢ : (أ) المغازلة في النيوت الأمريكي أو النيوت الصغير (نوتوفالوس فويدي بنس) ، الذكر أعلى ، طوله يصل إلى ٤ بوصات . (ب) إنسانيتا (إنسانيتا إشنلزي) تحضن بيضها .

وتجمل أفراسها أمرا صعبا . شكل كتلة البيض والأغلفة الجيلاتينية يكون مميزا في كل نوع . فيكون بيض العلاجيم في محيط طويلة ، وبيض الضفادع في كتل تشبه التايوكا ، وبيض السلمندرات الماء في كتل صغيرة . أنواع قليلة هي التي تضع البيض مفردا . يكون بيض سلمندرات الأرض معلقا بساق إلى شيء ما . توجد ضفدعة صغيرة في كوبا (سنثيولس) تضع بيضة واحد ، وبعض السلمندرات الأرض تضع نحو ٢٤ بيضة ، بينما تضع الضفادع الصغيرة وعلاجيم الشجر نحو ١٠٠٠ بيضة ، ويشمل عدد البيض في الضفدع العجل إلى ٢٥٠٠٠ ، وفي الملجوم الكبير (بوفومارينوس) إلى ٣٢٠٠٠ بيضة في كل مرة . وتختلف فترة التكوين كثيرا ، فنادرا ما تستغرق شهرا واحداً في العلاجيم ذات القدم الحفار ، ولكنها تستغرق سنتين في الضفدع العجل من طور البيضة حتى الضفدع الصغير في الأماكن الشمالية .

تشبه يرقات السلمندر الأبوين في شكلها العام ، فيتكون لها أطراف في حياتها الأولى وفم يمكنها من إغراس الطعام . أما مميزات البرقة في الخياشيم ، والفتحات الحشومية ، والزعنفة الذيلية على الذيل والظهر ، وخواص الجهاز اللامي فضتفى جميعها عند التحور . ليرقات الضفادع والعلاجيم الشكل المعروف لأى ذنبية (شكل ٢٥ - ١٠) . في بعض الرمائيات اللاذلية يفرغ البيض بطرق خاصة وتفقس الصغار كمنادج مصفرة للحيوانات البالغة . في السلمندر الأوروى (سلمندرا سلمندرا) تولد الصغار عادة كيرقات لها خياشيم تطلق في الماء بعد ١٠ - ١٢ شهرا من بداية التكوين ، ولكن في المناخ البارد لغرب أوروبا يمكن أن تولد متحورة تماما .

بعض السلمندرات من نوع أمبيستوما تنتج يرقات دائمة في حجمها إلى الحيوان البالغ وتتناسل بينما تحتفظ بالخياشيم وبعض صفات البرقة . وتعرف هذه الحالة « بتناسل الصغار » توجد في السلمندر الأحمر (أمبيستوما نجرينوم) في كولورادو ، قريبا من مكسيكو سيتي (حيث تسمى البرقة الأكسلوت) ، وأماكن أخرى ، كما توجد أيضا في دايكاميتودون كوي الذي يوجد على شاطئ المحيط الباسيفيكي .

يمكن للرمائيات الصغيرة أن تتناسل عند سن عامين ، ولكن الرمائيات الكبيرة تنضج ببطء . وطول عمر الرمائيات معروف فقط في الرمائيات التي تعيش في الأسر . وهناك سجلات قليلة : السلمندر المعلق ٥٥ سنة ، الملجوم الأوروى ٣٦ سنة ، السلمندر المخطط ٢٥ سنة كبرقة و ١١ سنة كحيوان بالغ .

٢٥ - ٢٣ العلاقة بالإنسان

تشكل الرمائيات تصميمات فنية وتلعب دورا في عقائد الشعوب البدائية . توجد تيممة تشبه الضفدع بجوار نهر النيل يرجع تاريخها إلى ٣٤٠٠ سنة قبل الميلاد ، كما يوجد وعاء صيني مقدس على شكل ضفدع يرجع إلى أسرة مالكة (٢٢٠٥ - ١١٢٢ قبل الميلاد) . إيسوب (٥٦٠ قبل الميلاد) ضمن أساطير الضفادع . وأريستوفان (٤٤٨ - ٣٨٠ قبل الميلاد) مسرح نقيها الجماعي . استخدمت العلاجيم لمدة طويلة كدواء صيني ، ويمكن أن يكون لها قيمة علاجية بسبب إفرازاتها الجلدية

التي تشبه الديجيتاليس .

قصة مارك توين الهزلية « ضفدع مقاطعة كالافيراس القافر الشهر » هي الآن الأساس « لسباق الضفدع القافر » السنوي الذي يقام في معسكر إنجلترا بكاليفورنيا مع ضفدع العجل المدللة من أنحاء الولايات المتحدة .

تستخدم الضفادع في دراسة المقررات الأولية في البيولوجيا ، ولأبحاث الفسيولوجيا والفارماكولوجيا ، وكطعم لصيد السمك ، وكطعم للإنسان .

٢٥ - ٢٤ اليرماتيات الحفرية

عرفت اليرماتيات الأولى في صخور العصر الديفوني بجميكلاتند ، وكانت ذات أحجام كبيرة إذ أن طول الجسم ٦ بوصات (١٥ سم) . كانت الأطراف جيدة التكوين ، كما وجد آثار للغشاء ، وزعنفة ذيلية مدعمة بأشعة زعنفية عظمية . ويحتمل أن تكون قد نشأت من أسماك الكروسوتريجي ، حيث أن كليهما أمكن التنفس في الماء والهواء ، ولهما زعانف بدعلامات هيكلية ، يمكن أن تكون أطراف رباعيات القدم قد نشأت منها ، في العصر الكربوني كانت تعيش رتب من اليرماتيات في مستنقعات الفحم الحجري ، وكلها لها هياكل مسقفة بالعظم . وكانت تختلف في الطول ، من بوصات قليلة إلى نحو ١٥ قدم (٤,٥ متر) . كل هذه الأنواع القديمة انتهت في العصر الترياسي . وقد ظهرت السلمندرات الأولى في أواخر العصر اليوراسي ، والضفادع الأولى في العصر الترياسي .

طائفة الزواحف

تضم الزواحف العظاءات والثعابين (رتبة الحرشفيات) والسلاحف المائية والسلاحف الأرضية (رتبة السلاحف) ، والتماسيح والتماسيح الأمريكية (رتبة التماسيح) وتواتارا نيونزلاندا (سفندون بكتاتوم ، رتبة رينكو سفاليا) . وهؤلاء يمثلون ٤ رتب من عدد ١٤ رتبة معروفة كانت مزدهرة في الحقب الميزوزوي ، عصر الزواحف ، حيث كانت هي الحيوانات السائدة . وتعتبر الزواحف أول مجموعة بين الفقاريات تكيفت للحياة في الأماكن الجافة على الأرض . يقاوم الجلد والقشور فقدان الرطوبة من الجسم وتيسر الحياة على المسطحات الخشنة . يحاط البيض بقشور لحمايته مما يجرى الحيوانات من الاعتماد على الماء . يشير إسم الطائفة إلى طريقة الحركة ، كما أن دراسة الزواحف واليرماتيات يطلق عليها « هرمتولوجيا » ، أو علم الزواحف (شكل ٢٥ - ١٣)

٢٥ - ٢٥ الميزرات

١ - ويغطي الجسم بجلد قرني جاف (ليس مخاطيا) ، عادة به حراشف أو صفائح ، كما توجد غددة جلدية قليلة .

٢ - زوجان من الأطراف ، كل طرف له ٥ أصابع تنتهي بمخالب قرنية ومعدة للجري ، والزحف ، أو التسلق . في السلاحف المائية تشبه الأطراف الجذاف ، وتكون ضامة في بعض العظاءات وغير موجودة في عدد قليل من العظاءات وكل الثعابين (أئمة في البوات) .

٣ - الهيكل كله من العظم ، المجمعة لها لقمة قفوية واحدة

٤ - يتكون القلب من ٤ غرف كاملة ، أذنين وطين واحد مقسم انقساماً غير كامل (البطيئان منفصلان في الثماسيح) ، زوج واحد من الأقواس الأورطية ، كرة الدم الحمراء معدبة الوجهين ، بيضوية ولها نواة .

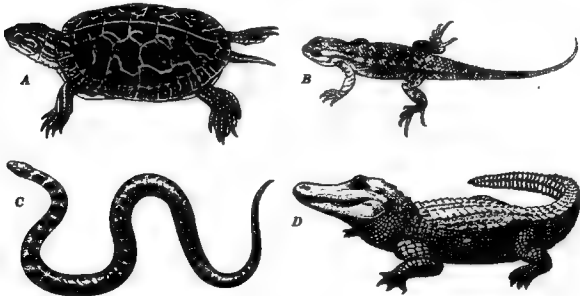
٥ - التنفس بالزئذات . التنفس بالمجموع في السلاحف المائية .

٦ - ١٢ زوجاً من الأعصاب الرأسية .

٧ - درجة حرارة الجسم متغيرة (متغيرات الحرارة) .

٨ - الإخصاب داخلي ، توجد عادة أعضاء سفاد (جماع) ، البيض كبير به مح كثير وله قشرة جلدية أو جوية ، عادة يوضع البيض في الخارج ، ولكن في بعض العظاءات والثعابين تحتفظ الأنثى بالبيض داخلها للتكوين .

٩ - التفليج جزئي ، الأغشية الجنينية (الزهل ، الكوريون ، كيس المح والمبار) تكون موجودة أثناء



شكل ٢٥ - ١٣ : غلاذج من الزواحف الحية (طائفة الزواحف) كلها مصفورة وليست على مقاييس واحد .
 (أ) السلاحف المائية المونة (كريسميس بكا ، ربة السلاحف) . (ب) عطاءة (سكلوبوروس) و (ج) فليان الماء (ناريكس) ، وكلاهما من ربة الحرشفيات . (د) الثماسيح الأمريكية (أليجاتور ميسينز ، ربة الثماسيح .
 أ ، ب ، ج عن مستر ، برمائيات وزواحف شمال غرب أمريكا ، د ، عن بلر ، سجل الفاروق الطيحي .

التكوين ، عندما تنفقس الصغار-أو تولد تكون مشابهة للحيوانات البالغة ، لا يوجد تحول .

تتقدم الزواحف على البرمائيات في أن (١) لها جلد جاف عليه قشور تناسب الحياة في البيئة الجافة ، (٢) لها أطراف معدلة للحركة السريعة ، (٣) انفصال أكثر للدم المؤكسج عن الدم غير المؤكسج في القلب ، (٤) تعظم تام للهيكل ، و (٥) البيض معد للتكوين على الأرض ، للبيض قشور وأغشية لحماية الجنين . ينقص الزواحف غطاء الجسم العازل ، ودرجة الحرارة المنظمة داخليا ، وبعض الخصائص الأخرى الموجودة في الطيور والثدييات .

بين الزواحف الحية ، ينمو البيثون الملوكي الموجود في ماليزيا حتى ٣٢ قدما (٩,٨ مترا) ، بينا ثعبان آخر في سوريا (ليتونايفلوبوس) يكون أصغر من القشة . يصل طول ورن كوميدو (فرانوس كومودونسيس) ١٠ أقدام (٣ مترا) ، بينا طول عظاءة بنا (لبيدوبيلفارس) بوستان (٥ سم) عندما تكون بالغة . يزيد طول السلحفاة البحرية جلدية الظهر عن ٧ أقدام (٢ مترا) . ويزيد طول السلحفاة الأرضية الموجودة في جزر جالاباجوس عن ٤ أقدام (١,٢ مترا) وتزن أكثر من ٤٠٠ رطلا (١٨٢ كجم) .

يتراوح طول معظم ثعابين أمريكا الشمالية بين ١٠ و ٦٠ بوصة (٢٥ إلى ١٢٥ سم) ، وتقل العظائيات عن ١٢ بوصة (٣٠ سم) . وتختلف الزواحف الحفرية في الطول من بوصات قليلة إلى ٦٠ - ٨٠ قدما (١٨ - ٢٤ مترا) وأكبرها عددا قليل وتعرف بالحيوانات الأرضية .

تركيب الحيوان الزاحف

المساح الأمامي

٢٥ - ٢٦ الصفات الخارجية (شكل ٢٥ - ١٤)

يحوى الجسم على رأس مميز ، وعنق ، وجذع ، وذيل . تحمل الأطراف الأربعة القصيرة أصابع بمخالب ولها غشاء بين الأصابع ، بالقم الطويل أسنان مخروطية مثبتة في عجاويف . وعلى الطرف الظهرى للبور توجد فخذتان للألف صغيرتان وصماميتان . العين كبيرة ولها جفنان علوى وسفلى وغشاء رامش شفاف يتحرك للخلف داخل الجفون . توجد فتحة أذن صغيرة خلف كل عين ، وفتحة المجمع طولية عند نهاية الجذع .

٢٥ - ٢٧ غطاء الجسم

الجلد سميك نحشن مغطى بمراشفت قرنية تشبه متوازي المستطيلات على معظم الجسم والذيل . لا يوجد انسلاخ ، تحل محل الطبقات المتآكلة على السطح طبقات قرنية من طبقة البشرة التى تحتها .

وللحيوان البالغ هيكل خارجي من صفائح أدمية عظمية منفصلة توجد تحت القشور القرنية الظهرية من العنق حتى الذيل . وهذه الصفائح مستطيلة أو بيضاوية ، غالبا مثقبة ، وبعضها له عرف وسطي . وبعض الأنواع لها صفائح على البطن . يوجد زوجان من غدد المسك تتج من طبقة البشرة ، زوج منها يفتح على الجانبين عند أسفل الفكين السفليين ، والزوج الآخر يفتح داخل المجمع .

٢٥ - ٢٨ الهيكل

يتفصل الفك السفلي الطويل على كل جانب للحافة الخلفية للمجمعة مع العظم المهي الثابت . على السطح البطنى للقرنيوم يوجد الحنك الطويل الصلب ، فوقه توجد الممرات التنفسية من فتحات الأنف الخارجية حتى فتحات الأنف الداخلية . يحوى العمود الفقارى على خمسة أنواع من الفقرات :

٩ عنقية ، ١٠ صدرية ، ٥ قطنية ، ٢ عجزية ، ونحو ٣٩ ذيلية . تحمل الفقرات العنقية ضلوعا عنقية حرة قصيرة ، تتصل الفقرات الصدرية مع القص بواسطة الضلوع الصدرية التى لها امتدادات غضروفية بطنية يوجد بين القص والعظمين العائنين ٧ أزواج من الضلوع البطنية على هيئة ٧ مثبة بأربطة .

٢٥ - ٢٩ الجهاز العضلى

إذا قورنت عضلات التماسح الأمريكى بعضلات الضفدع فنجد أنها فى الأول أكثر تنوعا لكى تصاحب الأنواع الكثيرة من الحركات على الأرض وفى الماء . تكون عضلات الرأس والعنق والأطراف متخصصة جدا رغم أنها أقل ضخامة منها فى الثدييات . العضلات العقلية واضحة على العمود الفقارى والضلوع

٢٥ - ٣٠ الجهاز الهضمى

القم كبير (شكل ٢٥ - ١٤) متسع وله أسنان قوية يستخدمها فى الهجوم والدفاع وأيضا لمسك بها الفريسة الكبيرة ويقتلها . اللسان المفلطح مثبت فى أرضية القم ولا يبرز لحارج القم . على حافة اللسان الخلفية توجد ثنية تقابلها ثنية أخرى على الحنك ، عندما تتقابل الثنيتين مع بعضهما فإنهما يفصلان تجويف القم عن البلعوم ، وبذلك يمكن للتماسح الأمريكى أن يفتح فمه فى الماء دون أن يدخل الماء إلى الرئتين يمكن أن يتبع تركيب باقى القناة الهضمية فى شكل ٢٥ - ١٤ ، المجمع هو النهاية المشتركة للأجهزة الهضمية ، والإخراجية ، والتكاثرية .

٢٥ - ٣١ الجهاز الدورى

يحتوى القلب على جيب وريدى صغير ، أذنين ، وبطينين . البطينان منفصلان تماما فى التماسيح ، وهذا الانفصال غير تام فى الزواحف الأخرى . يمر الدم من الأوردة داخل (١) الجيب الوريدى ،

(٢) الأذين الأيمن ، (٣) البطين الأيمن ، (٤) الشريان الرئوي لكل رئة ، (٥) الأوردة الرئوية من الرئتين إلى (٦) الأذين الأيسر و (٧) البطين الأيسر . ويخرج الدم من القلب في قوسين أبهرين يمران في اتجاه الظهر حول المريء . من قاعدة القوس الأيمن يخرج شريانان سياتيان إلى العنق والرأس ، وشريان تحت رفوى لكل طرف أمامي . ويتحد القوسان الأبهريان على الناحية الظهرية مكونان أبهر ظهري يوزع الدم على الأعضاء الموجودة في تجويف الجسم والطرفين الخلفيين والذيل . في الجهاز الوريدي يتجمع الدم في (١) وريد أجوف أمامي ، على كل جانب ، من الرأس والعنق والطرف الأمامي ، (٢) وريد أجوف خلفي مفرد ، يقع في وسط الظهر ، يجمع الدم من أعضاء التكاثر والكليتين . (٣) وريد كبدي بائى يجمع الدم من القناة الهضمية وينقسم إلى شعيرات في الكبد ويتجمع كوريد كبدي قصير ، (٤) وريد فوق معدى على كل جانب من تجويف الجسم من الأطراف الخلفية ، والذيل ، والجسم . كل هذه الأوردة تصب في الجيب الوريدي .

٢٥ - ٣٢ الجهاز التنفسي

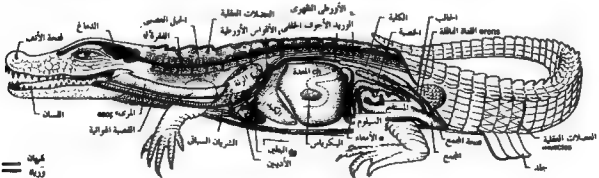
يدخل الهواء فحات الأنف ويمر فوق الحنك الصلب إلى فحات الأنف الداخلية خلف الصمام الحنكي (برقع) ، ومنها خلال فحة المزمار إلى الحنجرة التي تحتوي على صوتية وتتصل بالقصبة الهوائية التي تمتد في الصدر ثم تنقسم إلى شعبتين هوائيتين ، واحدة لكل رئة . للريثات حواجز داخلية مرتفعة والرئة أكثر إسفنجية عن مثيلاتها في الضفدعة .

٢٥ - ٣٣ الجهاز الإخراجي

الكليتان مسطحتان مفصصتان ، تقعان في الجزء الظهري الخلفي من تجويف الجسم ، تمتد حالب من كل كلية إلى الخلف إلى جانبي المجمع .

٢٥ - ٣٤ الجهاز العصبي وأعضاء الحس

للدماغ فسان شميان رفيعان متصلان بنصفى الكرة المخين الكبيرين ، خلف الأخيرين يوجد



شكل ٢٥ - ١٤ : تركيب الجسم الأمريكي

فضان بصريان يضاويان . يوجد بعدهما مخيخ أوسط كمثرى الشكل أكبر من مثيله في البرمائيات . النخاع المستطيل متسع من الجانبين خلف المخيخ ولكنه يضيق حتى يتصل بالحبل العصبي الشوكى ، يوجد بين قاعدة نصف الكرة المخين على الناحية البطنية المساران البصريان والعصبان البصريان ، يتجهما القمع والجسم النخامى . يوجد ١٢ زوجا من الأعصاب الرأسية وزوج من الأعصاب الشوكية لكل قطعة بدنية .

توجد براعم التلوق على اللسان ، والخلايا الشمية فى الأنف ، والعين لها غدة دمعية لتحفظ القرنية أو سطح مقلة العين رطبة عندما يكون الحيوان خارج الماء . الأذن هى من النوع المميز للفقاريات الأرضية . لكل أذن قناة سمعية خارجية قصيرة تنتهى من الداخل بغشاء سمعى ، يليه تجويف سمعى أو أذن وسطى تحتوى على عظمة الأذن الوحيدة ، ثم الأذن الداخلية التى تحتوى على ثلاث قنوات نصف دائرية وعضو السمع . من كل تجويف سمعى تمتد فى اتجاه الوسط أنبوتات إستاكيوس الثلاث تفتحان بفتحة واحدة فى سقف البلعوم خلف فتحة الأنف الداخلية . فى الفقاريات الأخرى توجد أنبوتة واحدة من كل تجويف سمعى وتفتح منفصلة على جانب البلعوم .

٢٥ - ٣٥ الجهاز التناسلى

تكون المناسل والقنوات المزدوجة متشابهة فى صغار الجنسين . فى الذكر البالغ تقع الخصيتان المستديرتان قريبا من الجانبين البطنيين الوسطيين للكليتين ، من كل خصية تمر قناة ناقلة للخلف لتدخل المجمع أمام الحالب مباشرة وتتصل بالقضيب الوحيد الأوسط على الجانب البطنى من المجمع . فى الأنثى البالغة يوجد مبيضان معلقان أيضا بجوار الكليتين . يوجد قريبا من الطرف الأمامى لكل كلية القمع المفتوح لقناة البيض التى تمتد للخلف إلى المجمع . يتكون البيض فى المبيض ويمر داخل القمع إلى قناة البيض . كل بيضة تُخصب وتحاط بالزلال ، وأغشية القشرة ، ثم القشرة قبل أن توضع .

٢٥ - ٣٦ تاريخ طبيعى

تعيش تماسيح كثيرة بما فيها التماسيح الأمريكى فى المستنقعات والأنهار ، وبعضها يسكن شواطئ البحر ، تغمر التماسيح الخفر فى جسور الجارى المائية كملجأ وتأكأ أنبأعاً مختلفة من الحيوانات ، من الحشرات حتى الكلاب والخنائز ولكنها نادرا ما تهاجم الإنسان . تنبى أنثى التماسيح الأمريكى عشاً من النباتات المجتلة وتضع ٣٠ - ٦٠ بيضة ، يُحقن البيض بواسطة الحرارة المنبثة من تغفن النباتات لمدة ٦٠ يوما تقريبا ، ويكون طول الصغرة ٨,٥ - ٩,٥ بوصة (٢١ - ٢٤ سم) عند الفقس ، وينمو ١٢ بوصة (٣٠ سم) أو ما يقارب ذلك كل سنة . عند سن العاشرة يكون طول الذكر نحو ١١٠ بوصة (٢,٨ مترا) وبن ٢٥٠ رطلا (١١٣ كجم) ، أما الأنثى فتكون ٨٧ بوصة (٢,٢ مترا) طولاً وترن ١١٣ رطلا (٥١ كجم) .

تركيب الزواحف الأخرى ٢٥ - ٣٧ غطاء الجسم

لكل الزواحف جلد جاف متقرن مرتبط بطبقات متصالية متبادلة من النسيج الضام في الأدمة ، وهذا يجعل غطاء الجسم متينا ولكنه مرن بما يقاوم التآكل على الأرض . ويحوى الجلد أيضا حراشف أدمية لها شكل وحجم متميز في كل نوع . كما توجد الخلايا الصبغية التي تعطي الألوان الواضحة . تنسلخ الطبقة القرنية الخارجية دوريا ، قطعة بقطعة في العطايات ولكن تنسلخ كلها مرة واحدة في معظم الثمايين . لا تنسلخ السلاحف والتماسيح . ولكن القطع الخارجية تتآكل بالتدرج .

٢٥ - ٣٨ السلاحف

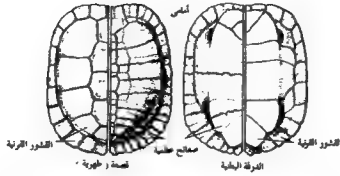
الجسم مغلف بدرقة مكونة من عظام تشبه الصفائح متراسة بجوار بعضها في شكل محدد ، ومغطاة بحراشف قرنية في ترتيب منتظم (الشكل ٢٥ - ١٥) . الجزء الظهري المحدب هو القصعة ، الجزء البطنى المسطح هو الدرقة البطنية . تثبت الفقرات الصدرية والضلوع بالقصعة العظمية . أما السلاحف ذات الدرقة اللينة فلها غطاء جسم جلدى غير مقسم إلى حراشيف ، والدرقة قليلة التعظم . تنزغ الرأس والذيل والأطراف في السلاحف بين جزئ الدرقة ، ويمكن سحبها للدخول في معظم الأنواع للأمان . لا توجد أسنان على الفكوك ولكنها تحمل مناقير قرنية قوية تقطع الطعام وتمزقه وتطحنه . تنتهى الأصابع بمخالب قرنية تستخدم في الزحف أو الحفر . الأقدام في السلاحف الأرضية قصيرة مكتنزة ، وفي السلاحف المائية تشبه المجاذيف للمباحة . يوجد بالجهاز الإخراجى مثانة بولية ، والبول سائل . للذكر قضيب إلتصاقى على الجدار البطنى للمجموع . يتصل بجميع السلاحف المائية أكياس وعالية رقيقة الجدار تستخدم كخياشيم مجمعية عندما يكون الحيوان غاطساً تحت الماء .

٢٥ - ٣٩ سفيندون

تواتارا هو النوع الوحيد الحى من رتبة دينكوسفاليا ويوجد في نيوزيلاندا فقط . يشبه العضاة في مظهره الخارجى ولكن له صفات دنيا مختلفة منها وجود عين صنوبرية وسطية جيدة التكوين ، ووجود قوسين صدغيين في الجمجمة ، وعظم مربعى ثابت ، وضلوع بطنية دائمة .

٢٥ - ٤٠ العظاءات

شكل الجسم مختلف ، أنواع كثيرة رفيعة ، بعضها منضغط من الجانبين ، وبعضها مسطح من الظهر إلى البطن كما في العلاجم المقرنة . تكون الأطراف طويلة أو قصيرة ، متينة أو ضعيفة ، الأطراف ضامرة في بعضها وغير موجودة بالمرّة في العظاءات عديمة الأطراف كما في « ثيمان الزجاج » عمليا تعيش كل الأنواع عديمة الأطراف في التربة ، تنتقل خلالها بأن تتلوى بجسمها كما في الدودة . في معظم العطايات تكون الفقرات الذيلية متعظمة تعظيما غير كامل في مراكزها . عندما يسلك ذيل مثل هذه العظاءة تنفصل الفقرات عند إحدى النقاط الضعيفة ويجرى الحيوان طليقا ،



شكل ٢٥ - ١٥ : دقة السلمحة المائية (كريسيس) تين ترتيب القشور الخارجية القروية فوق الصفائح العظمية .

وبمرور الوقت يتجدد الذيل .

يحتوى الجلد المرن على كثير من القشور منتظمة في صفوف - طويلة ، أو عرضية ، أو مائلة ، وهي أما ناعمة أو معرقة ، في معظم العظام تتراكب من الخلف القشور الموجودة على الظهر والجانبين كألواح السقف ، والقشور على الناحية البطنية عادة صغيرة . تظهر على كل جانب من الرأس طيلة الأذن الخارجية في معظم الأنواع .

اللسان أما أن يتحرك ببساطة أو يكون قابلاً للامتداد بحرية ، ففي الحرياء يمكن أن يقذف أوصات عديدة أمام البوز يمسك الحشرات على طرفه المغطى بالخطاط . الفكوك مزودة بأسنان قصيرة . توجد مثانة بولية في العظام ولكن المخلفات الإخراجية تكون نصف صلبة كما في الطيور ومعظم الزواحف ، تمر من المجمع كإداة مبيضة (يورات) مع البراز . للذكر زوج من شبيه القضيب . عند قاعدة الذيل . عند الجماع يقلب أحدهما أو كلاهما ، ولكن عادة يدخل واحد فقط في مجمع الأنثى .

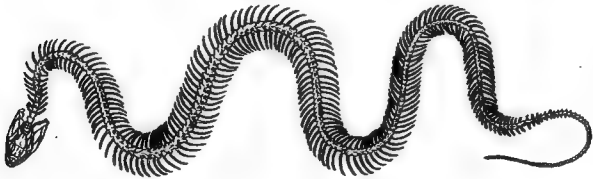
٢٥ - ٤١ الثعابين

ظاهرة. عدم وجود الأطراف واستطالة الجسم مشابه لما هو موجود في مجاميع كثيرة من الفقاريات ، تضم ثعابين السمك وأسماك الموراي ، والسيلايات من البرمائيات ، والعظمايات الدودية ، والعظمايات الفضية ، و« ثعبان الزجاج » والدودة البطيئة وعظمايات أخرى إلى جانب جميع الثعابين . تبقى آثار للحرز الحوضي والطرف الخلفي في ثعبان البوا والبائثون .. إلخ . أيضاً لا يوجد بالثعابين أحزمة الأطراف ، والقصص ، والجفون ، وفحات الأذن الخارجية ، والمثانة البولية . كما لهم بعض المميزات الخاصة في الشكل والوظيفة . يحمل الجلد صفوفاً من الحراشف وهي إما ناعمة كحراشف الثعابين الملكية أو معرقة كما في الأفعى المجلجلة و« ثعبان الجارتر » وآخرين . عادة يكون للسطح البطنى صف واحد من الحراشف العرضية الكبيرة تمتد من الذقن حتى ضفة الشرج ، وعلى الذيل صف واحد أو صفان .

يغطي العيون جليد شفاف ، توجد العيون الأثرية في الثعابين البودية تحت حراشف معمة . لا يوجد غشاء أذن خارجي أو فحة . الجمجمة ضعيفة (هشة) ، ويمكن لعظام كثيرة أن تتحرك فوق العظام الأخرى . الأسنان مائلة للخلف ، توجد على الفكوك وعلى عظام سقف الفم ، تستخدم في الإمساك بالطعام أثناء البلع . للثعابين السامة زوج من الأسنان المتخصصة (نابان) على العظمين الفكين للفك العلوي توصل السم الذي يستخدم لقتل الفريسة . وهاميثان في ثعبان الكوبرا وجموعته ، ولكنهما يثنيان للخلف عند عدم الإستخدام في الأفعى الملجلة وبعض الأفاعى الأخرى . ولسان الثعبان ضيق مرن يشبه الشريط ، ذو طرف مشقوق ويمتد داخل ثلمة في الفك العلوي عندما يكون الفم مغفلا . ينقل اللسان الرائحة الناتجة عن الطعام ، والأقراص ، والمفترسين وربما من المنافسين إلى عضوى جاكوبسون وهما غرفتان حسيتان فوق الخنك . القناة الهضمية بصفة خاصة أنبوبة مستقيمة من الفم حتى الشرج ، وعمليا تكون جميع الأعضاء الداخلية طويلة ، وعادة ما تكون الرئة اليسرى أثرية . ولذا ذكر شبيها قضيب كما في العظائيات .

للثعابين الطويلة ٢٠٠ - ٤٠٠ فقرة (شكل ٢٥ - ١٦) . عضلات الجسم العقلية رفيعة وعديدة تصل الفقرات ببعضها ، والفقرات بالضلوع ، والضلوع بالجلد ، والجلد بالجلد . تمتد كثير من العضلات من قطعة بدنية إلى القطعة التي تليها ، أما العضلات الموحدة في قطع متباعدة فتتصل ببعضها البعض بواسطة أوتار ، مما يمكن الثعبان من أداء حركاته الإنثنائية الرشيقة . يصاحب الحركة عادة ضغط في اتجاه الخلف من الثنيات الجانبية للجسم على الأشياء الغير منتظمة الموجودة على سطح الأرض . يتحرك الثعبان أيضا في خط مستقيم بالوثب ، جزء ثم جزء ، الجلد والجسم بالتبادل ، زالقا الحراشف البطنية على الأرض .

يتلع الثعبان طعامه كلية . ويمكنه ابتلاع فريسة أضخم من قطر جسمه بسبب مجموعة من التحورات التكيفية (شكل ٢٥ - ١٧) ، التي تضم (١) إتصال نصفى الفك السفلى برباط مرن ، (٢) اتصال العظم المربعى بكل من الجمجمة والفك السفلى على كل جانب اتصالا سائبا ، و (٣) حركة عظام الخنك . نتيجة لهذه المظاهر الثلاث ، يمكن للفم أن يتسع ليتلع فريسة كبيرة . كما توجد تحورات أخرى ، (٤) الأسنان الرفيعة المدببة للخلف على الفكوك والخنك تمنع الطعام من



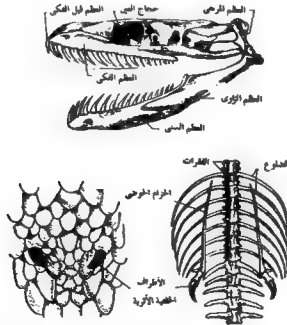
شكل ٢٥ - ١٦ : هيكل الثعبان بين عدم وجود الأطراف ، وأجنحة الأطراف ، واقص . كما يوضح الزيادة الكبيرة في عدد الفقرات والضلوع التي تتشابه في التركيب .

الانزلاق للأمام بعد أن يبدأ الثعبان في الابتلاع ، (٥) عدم وجود القص وتحور الضلوع من أى تمفصل عظمى على الناحية البطنية ، فيمكن بذلك للصدر أن يتسع ، (٦) وجود جلد لين مرن بين القشور على ظهر الجسم وجانبية مما يسمح بالتمدد بسعة ، (٧) جذر المرىء والمعدة رقيقة مطاطة ، و (٨) وضع فتحة الزمار في الأمام بين الفكين خلف غمد اللسان الرقيق مباشرة مما يمكن الثعبان من التنفس أثناء بلع الطعام .

تاريخ طبيعى ٢٥ - ٤٢ التوزيع (الانتشار)

معظم الزواحف ، أنواعا وأفرادا ، تعيش في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية ، وتنخفض أعداد الزواحف انخفاضاً كبيراً كلما اتجهنا للقطين أو المرتفعات الشاهقة . تكثر السلاحف المائية والثعابين في المناطق الرطبة مثل الولايات الجنوبية الشرقية للولايات المتحدة ، وتكثر السحالي في المناطق القاحلة مثل جنوب غرب أمريكا .

تحتل الزواحف أنواعاً كثيرة من البيئات . فسكن البايونوات والبوات المناطق الاستوائية ، وتوجد القماسيح في المستنقعات والأنهار وعلى شواطئ البحار ، والسلاحف المائية الكبيرة وقليل من الثعابين في المحيطات ، والسلاحف الأرضية العملاقة توجد في جزر المحيطات القاحلة . معظم العظاءات



شكل ٢٥ - ٢٧ : بعض صفات البايون . أعلى . حجمية بأسنان كبيرة ، وتمفصل بين العظم المرىء والفك السفلى يسمح للقم بالانساع عند البلع . إلى اليسار . المظهر الخارجى للمتطفة الحوضية توضح الأطراف الخلفية الأثنية مغطاة بطاء قرنى أسود . إلى اليمين . العظام الأثنية للخرطوم الحوضى وللأطراف الخلفية (عن . المرشد لصالة عرض الزواحف ، المتحف البيطالى) .

والثعابين تعيش على الأرض ولكن بعضها يتسلق الصخور والأشجار . تستخدم الثعابين غالبا جحور القوارض . بعض العظاءات والثعابين تحفر في الرمل ، وتستخدم الثعابين صفحية مقلوية (بوزية) على البوز . معظم السلاحف المائية تعيش في الماء أو حوله ولكن السلحفاة الصنوق تسكن أراضي الغابات ، أما السلاحف الأرضية تسكن الأرض الجافة فقط . توجد ثعابين البحار في المناطق الاستوائية من المحيطين الهندي والباسيفيكي .

٢٥ - ٤٣ النشاط

ليس للزواحف آلية داخلية لإنتاج الحرارة وتنظيم درجة الحرارة ، لذا تتأثر الزواحف تأثرا ملحوظا بدرجة حرارة البيئة . في المناطق الاستوائية تكون الزواحف نشطة طوال السنة ، ولكنها في الأماكن الأخرى تمارس فترة من السبات تعتمد على طول وقسوة موسم البرد . في الصحارى تتجنب حرارة وسط النهار الزائدة . تدخل العظاءات والثعابين شقوق الأرض لتبيت بيئات شتوية ، والأفعى المجلجلة وبعض الثعابين الأخرى تبيت في أعداد كبيرة في الكهوف أو الجحور الكبيرة ، أما سلاحف الماء العذب فتنتزل إلى قاع البركة .

لا يمكن للزواحف مقاومة كميات غير محدودة من الحرارة . فإرتفاع درجة الحرارة لأكثر من ٥٤٥°م (١١٣°فهرنيت) يمتها بسرعة . قلعدم وجود آلية لتبريد الحرارة فإنها تقتل بسرعة عند ارتفاع درجة الحرارة كما يحدث في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية غير الظليلة خلال أيام الصيف .

٢٥ - ٤٤ الغذاء

تغذى معظم الزواحف أساسا على الحيوانات فالسلاحف الأرضية كبيرة وصغيرة وبعض السلاحف المائية ، وقليل من العظاءات تأكل النباتات . تتناول العظاءات والثعابين الصغيرة الحشرات وبعض اللافقاريات الصغيرة . تأكل السلاحف المائية الصغيرة اللافقاريات المائية ، أما الأنواع الكبيرة من العظاءات ، والسلاحف المائية ، والثعابين والثماسيح فقتنص فقاريات مختلفة من الأسماك حتى الثدييات . البوات والثعابين الملكية وبعض الثعابين الأخرى تحيط فريستها من الفقاريات بلغة أو أكثر من جسمها ثم تمصها حتى تموت نتيجة للاختناق . تضرب الثعابين السامة بأنيابها وتحقن السم ، حينذاك تموت الفريسة بسرعة . كمية الطعام الذى تتناوله الزواحف قليلة إذا قورنت بالكميات اللازمة للطيور والثدييات .

٢٥ - ٤٥ الحيوانات المفترسة

تغذى الثعابين السبابة ، والملوكية والمرجانية ، والموكاسان ، وذوات الرأس النحاسية اللون ، وحتى الثعابين الصغيرة حلقية العنق على الثعابين الأخرى بدرجات متفاوتة . الثعابين الملكية لديها مناعة كبيرة ضد سم الثعابين السامة . وأهم الطيور المفترسة هي الغربان واليوم والبشون . يتغذى الظربان ، والراكون ، والبادجر ، والثعالب ، ودب البرارى على الزواحف ، ويأكل بعض السنجاب

الأرضى العطاءات أحيانا . يقتل الإنسان كثيراً من الثعابين ، ويبيد القوارض الضارة مما يقلل طعام الثعابين الكبيرة . ولكن الضرر الأكبر يقع عند تغير البيئة .

٢٥ - ٤٦ فترة البقاء

في الأسر عاشت كثير من السلاحف الأرضية أكثر من ١٠٠ عام ، وسلاحف مائية مختلفة من ٢٠ - ٩٠ عاماً ، والثعابين والثعابين الكبيرة من ٢٥ - ٤٠ عاماً ، والأنواع الصغيرة من سنين قليلة - ٢٠ عاماً أو أكثر . وعلى النقيض فنادراً ما تعيش العطاءات الصغيرة البرية أكثر من عام واحد بعد أن تصل إلى البلوغ الجنسي .

٢٥ - ٢٧ التكاثر

تعتبر الزواحف وسطاً بين الأملاك والبرمائيات من جهة والتدييات من جهة أخرى في طريقة التكاثر . الإخصاب داخلي ورغم ذلك تضع معظم الأنواع بيضها للتكوين خارج الجسم . يمكن أن يكون التكوين الداخلي في الفقاريات الأرضية قد بدأ كظاهرة منتظمة بين الزواحف حيث أن بعض السلاحف المائية والثعابين البيوضة تحفظ بيضها مؤقتاً عندما تكون الظروف غير مناسبة لوضع البيض . التكوين الداخلي هو القاعدة في الأفاعي ، والأفعى المجلجلة ، والثعابين المائية والجوارتر ، وثمانين البحر . في بعض أجناس العطاءات ، تضع بعض الأنواع البيض وينتج الآخرون صغاراً أحياء . كل العلاجيم المقرنة (فرانوسوما) بيوضة ولادة ما عدا نوع واحد ، ولكن العكس صحيح في العطاءات المحاربة (سكيلوروس) .

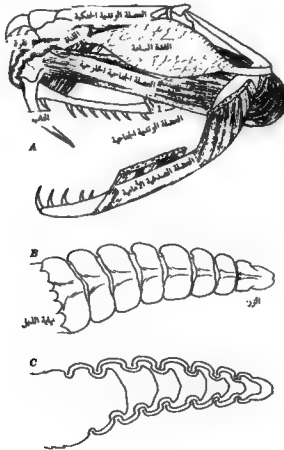
تغطي بيضة الزواحف بقشرة سمكية مرنة لها غشاء من الداخل . وتكون القشرة مقواة بأملح جيرية في الثعابين وبعض السلاحف المائية . توجد بالبيضة وفرة من الملح لتغذية الجنين ، حتى أن البيضة غالباً ما تكون كبيرة الحجم متناسبة مع حجم الأنثى . التفليج جزئى كما في الطيور . أثناء التكوين يحاط الجنين بالأغشية الجنينية : الزهلي والكوريون والمبار ، وهذه تشكل ظاهرة جديدة في الفقاريات ، تحدث لأول مرة في الزواحف ، وهي تكيف لحماية الجنين الرقيق ضد الجفاف والصدمات الطبيعية أثناء التكوين (شكل ١٠ - ١٢) . يستخدم المبار والكوريون في التنفس ، قبل الفقس يتكون من البيضة الكلسي على طرف الفك العلوي للجنين ، كما في الطيور ، يستخدم لقطع أغشية البيضة والقشرة عند الفقس ، ثم يسقط . عادة ما يشبه الصغير أبويه عند الفقس ويصبح مستقلاً في الحال .

يختلف عدد البيض الذى تنتجه الأنثى في السنة من ٤٠٠ تقريباً في سلحفاة البحر (كاريئا) إلى بيضة واحدة في برص المنازل (سفيرداكتيلوس) . مدة التكوين في الزواحف المختلفة تتراوح بين أسابيع قليلة إلى عدة شهور ، وتنفرد تواتارا نيوزيلاندا في أنها تتطلب نحو ١٣ شهراً . في الزواحف البيوضة الولودة التي تحفظ بالبيض في قنات البيض للأنثى للتكوين ، تكون القشرة عبارة عن غشاء رقيق . وعندما يتم التكوين توضع البيضة وتنفق على الفور . في بعض الأنواع الولودة تنمو أوعية

الجنين الدموية للخارج ملاصقة لأوعية الأم على السطح الداخلي لقناة البيض وتستخدم في التنفس بطريقة عملية تعادل ما تقوم به المشيمة في الثدييات . تتكاثر تجمعات من زناث عطايات الصخر (لاسوتا ونمبلوفوروس) بالتوالد اليكرى .

٢٥ - ٤٨ العلاقة بالإنسان

أنواع كثيرة من الثعابين والعظائيات تفيد الإنسان وذلك بأكلها للقوارض والحشرات الضارة ، ولكن بعض الثعابين تقترب من البشر الدواجن ، وطيور الصيد والطيور المفردة . يستخدم جلد الثعابين



شكل ٢٥ - ١٨ : الأفعى الجليلة . (أ) ميكانيكية الرأس المستخدمة في اللدغ . تنقبض العضلة الوترية الجناحية (١) لتدفع الفم للأمام . بعد دخوله لحم القرية تنقبض العضلتان الجناحية الخارجية (٢) والوترية الخشكية (٣) لطرس الفم إلى عمق أكبر ، ثم تسحب العضلة الصدغية الأمامية (٤) الفك السفلي وتنضغط على الغدة السامة لطع السم في القناة والفم إلى داخل الجرح . بعد ذلك تسترخي كل عضلات الرأس والعنق لسحب الفم . وتستغرق كل هذه العملية لحظة . (ب ، ج) الجرس القروي الجلف في منظر خارجي وقطاع جبي لين كيف تفصل القطع مع بعضها بتحكك . (د) عن جرينيل وستورر . حياة الحيوان في الينابيع . مطبعة جامعة كاليفورنيا .

منذ زمن بعيد في المصنوعات الجلدية الجميلة . وحديثا استخدم جلد الثعابين والعظماوات الكبيرة في صناعة الأحذية ، وأكياس النقود وما شابه ذلك . وقد أعلن الاتحاد الدول للحفاظ على الطبيعة أن التماسيح معرضة للخطر ، كما صنفت الولايات المتحدة التماسيح الأمريكية كنوع معرض للخطر وأعطته الحماية (ما عدا في لويزيانا حيث يسمح بموسم تجارى قصير) . وقد منعت الولايات المتحدة إستيراد الحيوانات البرية المهدة بالانقراض ، وهى تضم الآن كثيرا من الزواحف ، وعندما يتم هذا الحظر أيضا على المنتجات الحيوانية ستتهبط الإستخدامات التجارية للزواحف . يستفاد من السلاحف المائية أساسا للطعام . لحم السلحفاة الخضراء سواء أكان طازجا أو مجففا مطلوب لدرجة أن مصايدھا أصبحت فارغة . وسلحفاة جالاباجوس الأرضية أصبحت قليلة جدا وذلك بسبب صائدى الحيتان في القرن التاسع عشر ، ولكن فرضت الحماية على القليل المتبقى . أيضا في الولايات المتحدة تستخدم بعض السلاحف المائية الصغيرة في الطعام وعلى الأعص الترابين ماسية الظهر . كما يستفاد من سلاحف صغيرة أخرى في المعامل البيولوجية ، وكثير منها يباع في متاجر حيوانات الزينة . ودرقة السلحفاة الحقيقية التى تستخدم في صناعة الأسماط وأدوات تجميل أخرى يحصل عليها من سلحفاة منقار الصقر .

كانت الثعابين منزمن بعيد مادة للخوف والحرافات بالنسبة للإنسان . وما زالت توجد بين الناس معتقدات خاطئة كثيرة في البلدان المتحضرة ، بالرغم من الكم المعروف حاليا عن تركيب وبيولوجية الثعابين وأماكنها في الطبيعة كمجموعة من الحيوانات المفترسة .

٢٥ - ٤٩ الزواحف السامة

نوعان من جنس هيلودرما ، أحدهما هو عملاق جيلا الذى يعيش في جنوب غرب أمريكا ، هما فقط الزواحف السامة خلاف الثعابين في أمريكا الشمالية ، وسهما يعادل سم الأفعى المجلجلة ، ولكن آلية نقل السم ضخمة التكوين ، ونادرا ما يصاب أو يقتل الإنسان بواسطة هذه الحيوانات .

توجد الثعابين السامة في كل القارات وعلى جزر كبيرة عديدة ، ما عدا مدغشقر ، وأيرلندا ، ونيوزيلندا . في أمريكا الشمالية ، وشمال المكسيك ، تضم الثعابين السامة للإنسان ، ثعبان مرجانيين ، وموكاسين ، وثعبان ذو الرأس النحاسى اللون ، و ١٥ نوعا من الأفاعى المجلجلة . للثعابين المرجانية رأس صغير وإنسان أهليجي للعين ، وجسم مميز بمحقات عرضية حمراء وسوداء وصفراء . كل حلقة سوداء يجلوورها حلقة صفراء . كل الثعابين الخطرة الأخرى في هذه القارة هى أفاعى النقرة . لها رأس منسج ، وإنسان عين أهليجي عمودى ، ونقرة بين فتحة الأنف والعين على كل جانب من الرأس . والنقرة هى عضو حسي قادر على اكتشاف حرارة جسم أى فريسة من ذوات الدم الحار على مسافة ما . ذيل ثعبان الموكاسين ، والثعبان ذو الرأس النحاسى اللون دقيق النهاية ، وذيل كل الأفاعى المجلجلة كليل باستثناء نوع واحد وينتهى بالجرس القرقى المميز (شكل ٢٥ - ١٨ ب ، ج م . ينتشر الثعبان المرجاني الشرق من الولايات الموجودة على حدود المكسيك والغليخ إلى إندمانا وكارولينا الشمالية في الشمال . وينتشر الثعبان ذو الرأس النحاسى اللون من ماسا شوسن إلى إلينويس ثم جنوبا . وتنتشر الأفاعى المجلجلة من جنوب كندا في اتجاه الجنوب وتكثر من حيث الأنواع والأفراد في المناطق الجنوبية الغربية الفاصلة .

يفرز السم من زوج من الغدد السامة واحدة على كل جانب من الفك العلوى . تتصل كل منها بناب (سن) بواسطة قناة . تتكون أنياب إحتياطية خلف الزوج الوظيفى لتحل محلها عندما تفقد (كما هو الحال فى أسنان الثعابين) . السم تركيبة معقدة من مواد عضوية لها عدة تأثيرات فسيولوجية مختلفة . وكل نوع من السم له مميزاته الخاصة وسميته المختلفة . فسم الكوبرا والأنواع القوية منها يؤثر بصفة خاصة على مراكز التنفس وتحدث الوفاة نتيجة للاختناق . ويؤثر سم الأفاعى المجلجلة والحيات على القلب والجهاز الدورى فهدم جدران الشعيرات ويحطم خلايا الدم . تشكل الأفعى المجلجلة والحيات الأخرى التى لها نقرة حسية جسمها على شكل حرف S . وتدغ أنيابها فى الفهسة ويرتفع الفك السفلى إلى أعلى ليمسك مقابل الأنياب . وتعمل العضلات الموجودة فوق كل غدة سامة على انسياب السم خلال الأنياب المبهقفة داخل لحم الفهسة ثم تسحب الرأس - كل ذلك يتم بسرعة مذهلة (شكل - ١٨) .

٢٥ - ٥٠ الزواحف الحفرية

الزواحف الحية رغم كثرتها فى العدد فهى غالبا صغيرة وغير ظاهرة . خلال الحقب الميزوزوى (عمر الزواحف منذ ٦٥ - ٢٢٥ مليون سنة) كانت الزواحف هى الفقاريات السائدة واحتلت كل البيئات من البيئة شبه الصحراوية ثم المستنقعات إلى المحيطات . واختلف حجمها ومظهرها كثيرا ، وكانت مختلفة أيضا فى التركيب والمعادن (شكل ٢٥ - ١٩) .

ظهرت أولى الزواحف فى العصر البرميانى . ونشأت من شبيهاتها أوائل البرمائيات . وخلال هذا العصر كثر عددها وتشعبت أشكلها وطرق حياتها . وحلت محل البرمائيات فى نهاية العصر البرميانى . وخلال العصر اليوراسى والطباشيرى وصلت الزواحف للقمّة من حيث عدد الأنواع والأفراد وفى تنوع الأشكال وطرق الحياة . وفى نهاية العصر الطباشيرى اختفى هذا الحشد الهائل من الزواحف وتبقى من ١٤ رتبة ٤ رتب فقط لتصبح زواحف هذه الأيام .

أهم إنجاز فى تطور الزواحف هو تكيفها للحياة على الأرض بعيداً عن الماء . ومن أهم الصفات إقتناؤها لجلد جاف قرنى وإنتاجها لبويض يوضع على الأرض . وكان للزواحف البدائية الصغيرة من أجسام بدنية إلى أجسام وذبول رفيعة ، ولها أطراف قصيرة ذات خمسة أصابع منبسطة باتساع على جانبي الجسم .

ومن هذا الشكل العام كانت بعض التشعبات والتخصصات (١) الزيادة فى الحجم كما فى النسب الضخمة للبروتوسورز ، (٢) إمتلاك درع دفاعى يحتوى على صفائح فى الجلد ، وقرون وأشواك على الرأس ، كما كان موجودا فى بعض الديناصورات ، (٣) نقل الأطراف إلى ما تحت الجسم متحركة للأمام وللخلف فى مستوى عمودى . (٤) البنيان الخفيف للجري السريع على أربعة أقدام أو اثنتين ، كما فى الديناصورات الأخرى التى تشبه النعام ، (٥) التكيف للطيران بزيادة طول الأطراف الأمامية (والذيل) وتكوين أغشية للطيران من الجلد كما فى الزواحف الطائرة ، و (٦) التكيف للحياة المهددة فى الماء ، فالأطراف مجاذيف والجسم مغزلى الشكل كما فى الأكتيوسورز

والبلزيوسورز والموزاسورز . ويشكل سبب اختفاء الزواحف القديمة مادة للتفكير . فقد تكون الثدييات الأولى اقتصرت بيض الزواحف الضخمة ، ولكن الرأي المفضل هو أنه حدث تغير في الطقس فانخفضت درجة الحرارة أو تغيرت أحوال الرطوبة مما أثر بشدة على الزواحف أو على بيئتها أو على الإثنين معا . لإختفاء الزواحف قد أتاح الفرصة للثدييات البدائية ذات الأحجام الصغيرة لتبدأ نموها الجلى الذى ميز الحقب الثالث .

مراجعة

- ١ - ما هي الصفات المتقدمة في تركيب اليرمقات إذا قورنت بالطوائف الأقل رتبا من الفقاريات ؟ وفي الزواحف ؟
- ٢ - بأي طرق يتم التنفس في اليرمقات ؟ وفي الزواحف ؟
- ٣ - قارن القلب ودوران الدم في اليرقة والحيوان البالغ للصفدع أو العجورم . كيف يختلف القلب في التماسح ؟
- ٤ - كيف تدبر اليرمقات حياتها في منطقة القطب الشمالي ؟ في الصحارى ؟
- ٥ - صف التحور في حيوان برمائي . ماذا تعني تناسل الصغار ؟
- ٦ - قارن بين غطاء الجسم في الصفدعة والسحلية من حيث التركيب . وأيهما من حيث العمل بالنسبة للبيئة التي تستخدمها هذه الحيوانات ؟
- ٧ - ما هي الفترة الزمنية الماضية التي عرفت بعمر الزواحف ؟ ما هو أدنى حيوان زاحف حي ، ولماذا يعتبر دنيئا ؟
- ٨ - في أى مجاميع الفقاريات تكون الخلفات الإعرابية مادة مبيضة نصف صلبة (يورات) ؟
- ٩ - كيف تحفظ الثعابين عن العطاءات ؟ سم بعض العطاءات عديدة الأطراف وبعض الثعابين التي لها أطراف أثرية ؟
- ١٠ - صف آلية الابتلاع في الثعابين ، كيف تحفظ الأنياب السامة عند عدم الاستخدام ؟
- ١١ - ما هي المظاهر المتخصصة في التكاثف التي ترى لأول مرة في الزواحف وهي أيضا مميزات للطيور والثدييات ؟
- ١٢ - أذكر أسماء الزواحف السامة في الولايات المتحدة .

الفصل السادس والعشرون

الطيور

الطيور حيوانات مألوفة جدا ويسهل التعرف عليها ، لأنها شائعة ونشطة أثناء النهار ويمكن رؤيتها بسهولة . وهى الحيوانات الوحيدة التى لها ريش يكسو ويحزل أجسامها ، يمكن من تنظيم درجة حرارة الجسم ويساعد فى الطيران . لا يوجد الريش فى حيوانات أخرى . القدرة على الطيران تمكن الطيور من احتلال بعض البيئات غير الممكنة لحيوانات أخرى . أصغر الأنواع هو الطائر الطنان الذى يبلغ طوله $2\frac{1}{4}$ بوصة (٥,٧ سم) وأكبرها هى النعامة الأفريقية التى تنمو حتى ٧ أقدام ; (مترا) فى الارتفاع وتزن ٣٠٠ رطلا (١٣٦ كجم) .

٢٦ - ١ الخصائص

- ١ - الجسم مغطى بالريش ، درجة حرارة الجسم منتظمة داخليا (ثابت الحرارة) .
- ٢ - الأطراف الأمامية متحركة لأجنحة للطيران ، الأطراف الخلفية معدة للجيوم والسير ، وللسباحة (مشاة) ، السيقان والأصابع مغطاة بجلد قرنى .
- ٣ - القدم متقار بارز له غطاء قرنى ، لا توجد أسنان فى الطيور الحية . الجسم لها لقمة فقوية واحدة ، العنق مرن وعادة طويل ، الحوض ملتحم بعدة فقرات ويفتح على الجهة البطنية ، القص كبير الحجم له عادة عرف أوحيد ، فقرات الذيل قليلة ومتضخمة .
- ٤ - القلب ذو ٤ غرف (أذنين وبطينان منفصلان) ، قوس أورطى أمين فقط ، خلايا الدم الحمراء بيضوية وذات أنوية .
- ٥ - الزئاث متأسكة مربوطة بالضلوع ومتصلة بأكياس هوائية رقيقة الجدار بين الأعضاء الداخلية ، يوجد صندوق الصوت (عضو الصوت فى الطيور) عند قاعدة القصبة الهوائية .
- ٦ - لا توجد مثانة بولية ، المواد الإخراجية نصف صلبة ، عادة للطيور مبيض أيسر واحد وقناة بيسية يسرى واحدة .
- ٧ - الإخصاب داخلى ، البيض به كمية كبيرة من المح وله قشرة جيرية ، يوضع ويحضان ،

توجد الأغشية الجنينية (الأهل ، والكوريون ، وكيس المح ، والمبار) أثناء التكوين ، عند الفقس يكون الصغير إما (أ) كامل التكوين ، به ريش ، وقادراً على التجول (مبكرة النضوج) ، أو (ب) عادياً وعاجزاً ويتطلب نمو أزيد في المش حيث يقضي ويمتحن به بواسطة الأبوين (متأخرة النضوج) .

تركيب الطائر : الدجاجة المنزلية

٢٦ - ٢ الصفات الخارجية

للدجاجة المنزلية رأس واضح ، وعنق مرن طويل ، وجسم بدين مغزلي الشكل ، تتصل الأجنحة بأعلى الظهر ولها ريش طويل للطيران ، ينشئ الجناح متخذاً شكل حرف Z عند الراحة ويسط عند الطيران ، لكل طرف خلفي قطعتان عضليتان علويتان (الفخذ والرجل الأمامية) ، وساق رفيع على أوتار فقط ، وأربعة أصابع تنتهي بمخالب . تغطي السيقان والأقدام بجلد قرني . يحمل الذيل القصير ريشاً طويلاً ينتشر على هيئة مروحة عند الطيران .

يمتد الفم كمنقار رفيع له غطاء قرني . توجد فتحتا الأنف على الفك العلوي وهي تشبه الشق . العينان كبيرتان وعلى الجانبين ، لكل جفنان لحميان علوي وسفلي وتحتهما يوجد جفن ثالث شفاف (غشاء رامش) يمكن سحبه منفرداً عبر مقلة العين . تحت وخلف كل عين توجد فتحة الأذن تحت ريش خاص .

وجود العرف الأوسط اللحمي واللب الجانبية للحمية على الرأس ، والمهراز القرني على الرجل هي من خصائص الدجاج ، طائر التدرج (الفزان) ، وبعض الطيور القليلة الأخرى . تحت قاعدة الذيل توجد فتحة الشرج (لمجموع)

٢٦ - ٣ غطاء الجسم

الجلد جاف مفكك التركيب يلتصق بالعضلات أسفل به غير إحكام ولا توجد به غددا ما عدا واحدة فوق قاعدة الذيل . يستخدم إفراز هذه الغدة الزيتية في الحفاظ على المنقار من أن يصبح هشاً كما يساعد في تصفيف الريش . توجد بالطائر عدة آلاف من الريش خفيف الوزن ومرن ، ينتج عن البشرة وبه عدد لا يحصى من الفراغات الهوائية الميتة . يتراكم الريش ليعطي منظراً لطيفاً لحدود الطائر الخارجية وليعزل الجسم ، تنمو كل ريشة من حويصلة في الجلد تشبه النقرة . ريش الجناح والذيل عريض ويستخدم في الطيران .

الريش الأكثر شيوعاً في الطيور هو الريش المحيط الذي يحدد محيط الجسم وهو ريش الطيران الكبير الموجود على الأجنحة والذيل . لكل ريشة تخرج مسطح مدعم بسيقان مركزية ، تمتد مكونة العلم الأجوف المتصل بحويصلة الريشة داخل الجلد . يتكون كل نصف تويج من عدد كبير من الشوارب المتوازنة الرفيعة التي تتصل ببعضها البعض مما يجعل سطح الريشة مسطحاً ومتناسكاً (شكل ٢٦ - ١) . الأنواع الأخرى للريش هي الزغب الرخو ، والوبر ويوجد ريش يشبه

غطاء قرني . للعتق الطويل المرن في الدجاج ١٦ فقرة ، فقرات الجذع متلاصقة ، وتتحده الفقرات الموجودة في أسفل الظهر مع الحزام الخوضي ، وتدعم الفقرات الذيلية الصغيرة قليلة العدد ريش الدليل - للنقص العريض عرف قوى وسطي بطني تلصقت به عضلات الطيران القوية عظمة المشوكة (الترقوتان المتصلتان) هي إحدى صفات الطيور . الحزام الخوضي المتسع مفتوح على الناحية البنية ليسمح بوضع البيض الكبير .

٢٦ - ٥ الجهاز العضلي

في معظم الفقاريات الدنيا تسود العضلات العقلية ، ولكن العكس صحيح في الطيور والثدييات ، حيث تكثر عضلات الأطراف وذلك للتحرك السريع ، واللحم الأبيض في نذجناح والدبوك الرومية والذي يمثل جزءا كبيرا من الجسم كله هو عضلات الطيران المنصصة بعرف نقص وعظم العضد للجنح . النقارات (عضلات القصي الرسخي) هي العضلات الرئيسية لمجرى والجثوم .

للساق والقدم أوتار ولكن ليس لها عضلات ، ربما لتقليل فقدان حرارة الجسم في هذه الأجزاء الخالية من الريش . توجد عضلات صغيرة متخصصة تبسط ريش الذيل والجنحين . وتحرك العينين ، وتحرك المنقار وهكذا .

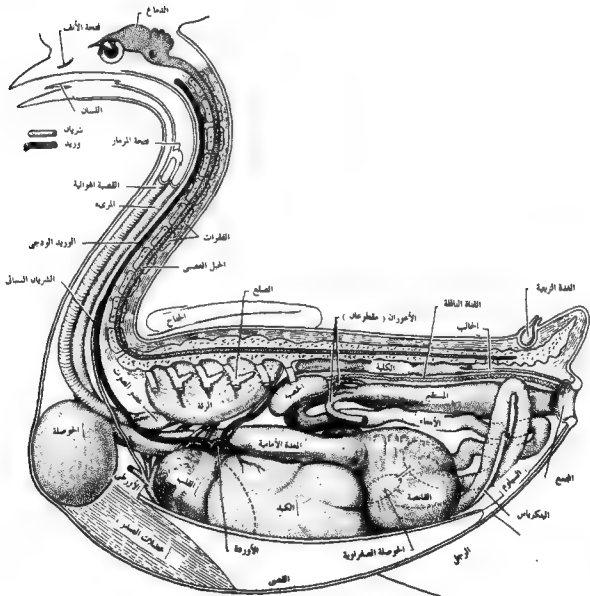
٢٦ - ٦ الجهاز الهضمي (شكل ٢٦ - ٣)

يغطي اللسان الصغير المذهب غطاء قرني . ويقع اللسان داخل المنقار الأسفل وقبل البلعوم القصير . المريء طويل أنبوي ، يتسع عند قاعدته مكونا حوصلة رقيقة الجدار يخزن بها الطعام ويلين . تتكون المعدة من معدة أمامية تفرز العصارات المعدية وقنطرة قرصية الشكل حدرها عضلية كثيفة ومبطنة بطلاية قرنية سميكة ، يطحن فيها الطعام بواسطة جدرها العضلية ويساعدها الحصى الذي يبلغ لهذا الغرض - من ناحية الوظيفة يمثل هذا الحصى أسنان الدجاج . الأمعاء رفيعة ملتوية وتتصل بالمستقيم وعند اتصالهما يوجد كيسان أعوربان يزيدان في سطح الانحناء خلف المستقيم يوجد المجمع الكبير حيث يتجمع البراز المتخلف والمنتجات البولية التناسلية قبل أن يتخلص منها خلال فتحة المجمع الكبد مكون من فصين وله حوصلة مرارية وفتاتان صفراويتان وللبنيكراس عادة ثلاثة قنوات تتجه إلى الأمعاء .

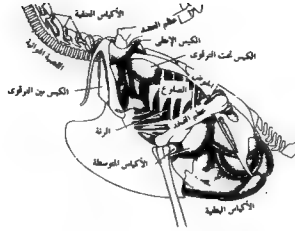
٢٦ - ٧ الجهاز الدوري

لقلب الطائر أذنتان وبطينان تفصل كلية الدم المؤكسد عن غير المؤكسد . يأتي الدم الوريدي من دورة الجسم ويدخل الأذين الأيمن ويمر إلى البطين الأيمن ، ومنه يضغط إلى الرئتين للأكسدة . يعود الدم من الرئتين إلى الأذين الأيسر ومنه إلى البطين الأيسر ثم إلى خارج القلب في القوس الأورطي

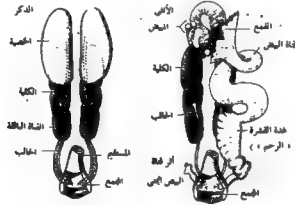
الرئتين ثم الأكياس الهوائية ، وعد الزفير يمر الهواء في الاتجاه المضاد . وهذا التدفق السريع للهواء خلال الرئتين ماراً إلى الشعيرات الرئوية يفسر إمكانية معيشة الطيور برئتين صغيرتين كثيفتين رغم احتياجها للتنفيس الكبيرة بسبب ارتفاع درجة حرارة أجسامها وحياتها النشطة . الحرارة التي تتولد نتيجة الأنشطة الأيضية والعضلية تشتت من الأكياس الهوائية .



شكل ٢٦ - ٣ : الدجاجة المنزلية ، التركيب الداخلي . الأعوران مقطوعان .



شكل ٢٦ - ٤ : الجهاز التنفسي في الحمامة . الأكراس الفوقية مظلمة بالنقط ، والعظام محددة بخطوط ، إرتباط الرنة بالضلوع واضح . (عن مولر ، ١٩١٠ .)



شكل ٢٦ - ٥ : الجهاز البولي التاسلي للدجاجة المنزلية ، منظر بعثي . المجمع مفروح لين مخارج القنوات .

٢٦ - ٩ الأجهزة العضوية الأخرى

يتكون الجهاز الإخراجي من كليتين على الناحية الظهرية تحت الحوض ، من كل كلية يخرج حالب حاملاً المنتجات المتخلفة نصف الصلبة إلى المجمع ، لا توجد مثانة بولية .

يحتوي الجهاز المعصى على الدماغ وهو نسيجا أكبر من مثله في اليرماليات والزواحف وتبعاً لضعف حاسة الشم وقوة الإبصار فإن الفصين الشميين صغيران والفصين البصريين ضخمان نسبياً . والعينان كبيرتان جداً نسبياً ، محفوفتان بمجموعة من الصفائح العظمية الرقيقة . البصر حاد وللطيور القدرة على تمييز الألوان والتكيف البصري سريع وهذا ضروري إذ لا بد للطائر أن يقوم بانضباطات

سريعة من الرؤية القريبة إلى الرؤية البعيدة أثناء الطيران وأثناء الأنشطة الأخرى . التنوق عاды ، والطيور حادة السمع .

يشتمل جهاز الغدد الصماء على غدة نخامية عند قاعدة الدماغ ، وغدة درقية في أسفل العنق ، وجزر لانجرهانز في البنكرياس ، وغدتين كظريتين (أدريناليتين) على الناحية البطنية للكليتين . تنظم إفرازات الغدد الصماء من المناسل الصفات الجنسية الثانوية مثل لون ونمو الريش (شكل ٨ - ٥) .

٢٦ - ١٠ الأجهزة التناسلية (شكل ٢٦ - ٥)

تلتصق الخصيتان في الذكر بجوار الكليتين . من كل خصية تمر قناة ناقلة ملتوية إلى الحلف موازية للحالب . توجد في عدة طيور حوصلة منوية متسعة عند مدخل القناة الناقلة للمجموع ، وبعض الطيور (البط ، النعام) قضيب أوسط في المجموع ، تتضمن الخصيتان في موسم التناسل ، ويدخل المنى إلى مجمع الأنثى أثناء التزاوج .

يتكون عادة جهاز الأنثى على الناحية اليسرى فقط . يمكن أن تصبح أعضاء الناحية اليمنى الصامرة فعالة إذا أزيلت الأعضاء على الناحية اليسرى . يوجد المبيض قريباً من الكلية اليسرى ملاصقاً للقمع الكبير الذي يحمل البيض إلى قناة البيض ومنها إلى المجموع . يكون المبيض وقناة البيض صغيرين في الإناث التي لا تبيض ، ولكنهما يكبران جداً في موسم وضع البيض حيث يصبح البيض كثير العدد . عندما تنضج البويضة تتلقى المنع في المبيض قبل أن تتركه وتلتقط في القمع يمكن أن يحدث الاحصاب في أعلى قناة البيض . ويضاف الزلال (بياض البيض) من غدد توجد عند منتصف قناة البيض ، وتفرز القشرة وأغشيتها في الجزء الخلفي .

تركيب الطيور الأخرى ٢٦ - ١١ الصفات التكيفية

تشابه الطيور فيما بينها كثيراً ، وهذا التشابه أكثر منه في أية طائفة أخرى من طوائف الفقاريات ، وغالباً ما تكون الاختلافات تكيفية حتى يستطيع كل نوع أن يؤدي أنشطته الضرورية بكفاءة . الجسم عادة مغزلي الشكل كمخروطين تتقابل قاعدتهما لتكون مقلوقة الجسم أقل ما يمكن للهواء أثناء الطيران ، وللماء أثناء الغطس .

الألوان مختلفة وغالباً أحادية . يكون لون الغراب الأسود ومالك الحزين الأبيض ثابتاً ، ولكن معظم الطيور تكون مخططة بخيوط رقيقة أو خيوط غليظة ، أو تكون منقطعة . وغالباً ما يكون نموذج اللون مائلاً للبيضاء ، وهذه الحماية اللونية تجعل الطائر أقل ظهوراً لأعدائه . غالباً ما يكون الذكر أكثر لمعاناً من الأنثى . وفي بعض الأنواع يكسب ريش تزاوج خاص ومؤقت أثناء موسم التناسل .

يستخدم المنقار كيدين وفم في نفس الوقت ، فهو يستخدم في الحصول على الطعام وفي الإمساك به ، وفي تسوية الريش ، وفي جمع وتنظيم المواد التي يصنع منها العش ، ويستخدم أيضا في أعراض أخرى منها الدفاع . يدل شكل المنقار على العادات الغذائية (شكل ٢٦ - ٦) . في معظم الأنواع لا يمتد اللسان ، ولكن نافر الخشب يمكنه أن يبرز لسانه أمام المنقار ليمسك بالحشرات داخل الخشب ، ولسان الطائر الطنان حساس ممتد للحصول على رحيق الأزهار .

الجناح يشبه السطح الإنسيابي الحامل فيسبب في الصعود أثناء الطيران . بضرباته المختلفة وميله يساعد في تغيير أسلوب الطيران . يمكن للبحريين والطيرين أن يطيرا تحت الماء . وللعامة والكيوي وبعض الطيور الأخرى أجنحة ضامرة ولذلك لا يمكنها الطيران . يستخدم الذيل كالدفة أثناء الطيران ، وكفرملة عند الهبوط على الأرض ، وكحوضوز ائزان عد الجنوم ، كما يستخدم في استعراضات العزل التي يقوم بها الذكر في كثير من الأنواع . للقدم في معظم الطيور ثلاثة أصابع في الأمام وأصبع في الخلف (شكل ٢٦ - ٧) . كثير منها شبه متخصص لأعراض مختلفة .

هناك طيور معينة تستخدم الحوصلة في جلب الطعام للصغار التي تنغذى إما نانسيات الطعام إليها وإما أن يضع الصغير رأسه أسفل فتحة المرىء . أثناء إطعام الصغار في الحمام تفصل طلائية الحوصلة مكونة « لبن الحمام » لتغذية الفقس في العش ، بعض الطيور من آكلات اللحوم مثل صائد السمك ليس لها حوصلة ظاهرة ولكن المعدة كينى متسع رقيق الجدار .

تاريخ طبيعي ٢٦ - ١٢ التوزيع

تحتل الطيور كل القارات ، والبحار ومعظم الجزر ، وقد اخترقت القطب الشمالى حتى بعد ٥٨٠ شمالياً وكذلك القطب الجنوبى وتتواجد الطيور في مناطق عديدة من سطح البحر حتى حدود الأشجار فوق الجبال . ورغم قدرتها على الطيران فإنها تطبق قوانين التوزيع الحيوانى ، فيحتل كل نوع مدى جغرافى محدد وبيئة محددة . تقل أعداد الأنواع كلما اتبعنا ناحية القطبين (رغم كثره العدد بالنسبة للأفراد) ، توجد الأنواع الكثيرة في المناطق الحارة ، وأظمم تشكيلة منها توجد في المناطق الإستوائية .

تحدد طريقة الحياة عادة ما إذا كان الطائر وحيداً أو جمعياً . آكلات الحشرات والطيور منه . (الجوارح) عادة تسكن وتصيد وحيدة ، فالسمان والبط ، وأبو الحسن كلها تنفرق في أروج-البحر لتعيش ولكنها تتجمع في المواسم الأخرى ، بعض الطيور البحرية ، والحمام ، والشحوروز توجد دائماً في جماعات . أحياناً توجد الطيور في تجمعات هائلة كما في « سحب » الشحوروز والبط و مراعى الأرز . تصل كثافة الطيور في الولايات المتحدة إلى طائر في لكل أكر .

٢٦ - ١٣ النشاط .

كل الطيور من ذوات الدم الحار ودرجة حرارة الجسم فيها من ٥١.٥ إلى ٥١.٨ ° ف (٤٠ - ٥٤٢ م) بالنهار وتنخفض قليلاً بالليل . تنشط الطيور في كل الفصول ، ولا تبت يائناً شتوياً (ماعدا البورويل الصحراوي) . الطيور النهارية مشغولة من الفجر حتى الشفق ، اليوم والبرويل تغذى ليلاً . تنام الطيور النهارية الأرضية بالليل يرعوسها مطوية للخلف أو تحت جناح ، ولكن الطيور المائية يمكنها أن تطفو وتنام أثناء النهار جارية قدماً تمنعها من أن تنحرف مع التيار . يمضى كل طائر بعض الوقت كل يوم في تسوية الريش وكثير منها يستحم في التراب أو في الماء ليساعد في هذه العملية . تعتبر طريقة الطيران وسرعة صفة مميزة لكل نوع . يترك السمان الأرض لفترة طيران مباشرة وقصيرة ، بينما تمكث عصافير الجنة ، والعمار والصقور معظم الوقت في الهواء . وتختلف السرعة من ٢٠ - ٥٠ ميلاً (٣٢ - ٨٠ كيلو متراً) في الساعة في الأنواع المختلفة .

٢٦ - ١٤ الصوت

طيور قليلة كالغاق (طائر مائي) والبعج عديمة الصوت . ولكن كثيراً من الطيور تستطيع أن تؤدي نغمات مختلفة أو نداعات ثابتة . ومعظم الطيور المفردة لها أغاني ثابتة . الببغاء ، والحذاء ، وبعض طيور المين لها القدرة على المحاكاة . تُستخدم أنغام الطيور في (١) تجميع الأنواع التي تعيش في تجمعات ، (٢) إظهار دائرة العش لجذب القرين (٣) النداعات المباشرة بين الأبوين والصغار ، و (٤) التحذير في حالة الخطر . بعض النغمات تستخدم في كل الفصول ، وتستخدم أغاني ونداعات أخرى في وقت التمشيش (التزاوج) فقط ، وقليل من النغمات تستخدم أثناء الهجرة . يستخدم الإنسان الأغاني والنداعات كوسائل مباشرة للتعرف على نوع الطيور لأن صوت كل طائر يميز له .

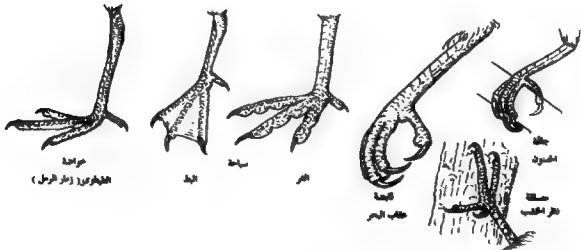


شكل ٢٦ - ٦ بعض أنواع المغاير في الطيور

٢٦ - ١٥ هجرة الطيور

هناك طيور مثل الحجل ، متوطنة تماماً ، ولكن أنواعا كثيرة من الطيور تهاجر أو تنقل بانتظام من منطقة إلى أخرى بتغير الفصول . معظم الهجرات تكون شمالاً وجنوباً (غرضياً) . تتحرك الطيور داخل الكتل الأرضية المتسعة في المناطق الشمالية الدافئة وتحت القطبية حيث توجد الإمكانيات للتغذية والإقامة خلال الأشهر الدافئة ، ثم تتراجع في فصل الشتاء في اتجاه الجنوب . بعض الطيور تذهب إلى المناطق الجبلية في الصيف ثم تعود للأراضي المنخفضة في الشتاء (هجرة الإرتفاع) كما في الجبال الصخرية وسلسلة جبال كاسكاد - سيرا نيفادا الموجودة في شمال غرب أمريكا .

تستخدم معظم الأنواع طرقاً ثابتة في الهجرة ، وتسافر تقريباً في نظام جدولي ، تفصل وتختفى بانتظام طبقاً للتقويم . يمكن أن تهاجر أنواع مختلفة مع بعضها البعض ، بعضها بطير قريباً من الأرض والآخرى على ارتفاع يصل إلى ٣٠٠٠ أو ٥٠٠٠ قدماً . تطير الأفراد بسرعة تتراوح بين ٢٠ إلى ٥٠ ميلاً (٣٢ - ٨٠ كيلو متراً) في الساعة ولكنها تتوقف لتناول الطعام فيسبقها آخرون ، ثم تستمر . تقدم طليعة الهجرة لأنواع كثيرة ببطء فيطير في المتوسط نحو ٢٥ ميلاً (٤٠ كيلو متراً) في اليوم . أوضحت النتائج التي تم الحصول عليها من الطيور المميزة بوضع حلقات مرقمة حول الرجل ، أن هذه الطيور يمكنها العودة إلى أماكن سبق أن احتلتها . بعض الطيور المهاجرة تتبع علامات أرضية واضحة مثل الأنهار والشواطئ وسلاسل الجبال ، ولكن الطيور الأخرى تمر فوق البحر أو الأرض بدون ملاحم موجهة . تتجمع الأدلة على أن الهجرة توجه أثناء النهار بموضع الشمس وبالليل بأشكال النجوم . تتدخل السحب الثقيلة والضباب في توجيه الطيور . الهجرة والناسل وقلش الريش هي ظواهر الدورة السنوية للطيور ، وتنظمها كلها الغدد الصماء .



شكل ٢٦ - ٧ : بعض أنواع الأرجل في الطيور

٢٦ - ١٦ الطعام

يتطلب الطائر كمية كبيرة من الطعام ذى القيمة الحرارية المرتفعة ، وذلك بسبب ارتفاع وتنظيم درجة حرارة الجسم ، والنشاط الكبير ، وخفة وزن الجسم وحيث أن كمية الدهون التى تخزن بالطيور محدودة ، فإن الطائر لا يستطيع أن يبقى طويلاً بدون طعام ، فواقعياً لا بد له أن يأكل ليعيش .

يأكل السمان والقطا والدجاجيات الأخرى كمية من النباتات ، ولكن معظم الأنواع تستخدم مواداً مركزة مثل الحبوب والفواكة والديدان ، ومفصليات القدم ، والرخويات والفقاريات . كثير من الطيور المغردة الصغيرة تأكل الحشرات . ويأكل البجع الكبير ، والبلشون ، والصقور ، والبوم الأسماك ، والضفادع ، والتعابين ، والمظاعات ، والقوارص وحتى الطيور الأخرى ، تعيش النور على الحيوانات الميتة (الجيف) . يمكن للطائر الصغير النامي أن يأكل أكثر من وزنه فى اليوم .

٢٦ - ١٧ الحيوانات المفترسة

الصقور ، وقليل من البوم ، وابن عرس ، والقطط المتوحشة ، والقطط المنزلية ، والثعالب هى الأعداء الشائعة للطيور . يقتل الإنسان طيور الصيد ، وغالباً ما يقتل الصقور والبوم المفيدة ، وأحياناً يجد أنه من الضرورى أن يحطم الطيور التى تضر المحاصيل . توجد بالطيور أنواع كثيرة من الديدان الطفيلية ، والأوليات ، والبكتريا ، والفيروسات ، ولكن تأثيرها على مجتمع الطيور يعرف عنه القليل . ربما كانت الخسائر الكبيرة بين الطيور فى الماضى من المرض ، والاقتراس ، والطقس ، وفى بعض الأحيان من نقص الغذاء . ويعتبر التلوث وإتلاف البيئة اللذان يسببهما الإنسان من العوامل الهامة فى مناطق كثيرة .

٢٦ - ١٨ التكاثر

التكاثر دائماً داخلى ، وتضع جميع الطيور بيضها وبه كمية كبيرة من المح وقشرة صلبة ، ولا بد أن يهدأ أو يختصن ليتكون الجنين . عندما يفقس الصغير يكون إما مغطى بالزغب وقادراً على التجول والأكل مثل الدجاج والبط ، أو ضريباً ، وعادياً وعاجزاً مثل فقس الحمام والطيور المغردة ولا بد أن يعطى من العيش .

لكل نوع فصل معروف للتكاثر ، عادة لمدة أسابيع قليلة فى الربيع أو الصيف . تغيرات الريش ، واستعراضات الغزل ، ونداءات الزواج ، والأنشطة التناسلية ينظمها الهرمونات من المناسل والغدة النخامية ، وهذه تتأثر بدورها بالضوء « بطول النهار » وقد تأكد هذا وحدث الغناء وسلوك الزواج ، وحتى إنتاج البيض فى غير مواسم بتمريض الطيور لضوء اصطناعى إضافى كل يوم . فى مزارع الدواجن التجريبية ، يضاء الضوء الكهربائى فى غرف وضع البيض ، خاصة أثناء الشتاء

مما يسبب زيادة في إنتاج البيض ، ولكن الدجاج الذى يعرض لهذه المعالجة يكون عمره أقصر .
 فى أنواع كثيرة من الطيور الأرضية يقوم الذكر بحماية منطقة نفوذ مناسبة لمنطلقات زوج من الطيور لكى يتناسل . ولا يسمح بدخول هذه المنطقة للذكور المنافسة من نفس النوع أو للأعداء .
 عندما تنضم أنثى لذكر قادر كهذا ، يبدآن ببناء العش ، ثم الزواج ، ثم وضع البيض ، ثم الحضانة ، ثم رعاية الصغار . فى بعض الأنواع يتقاسم الجنسان هذه الواجبات ، بينما فى أنواع أخرى ، يقوم أحد الجنسين بمعظمها .

بعض الطيور المائية وقليل من الطيور الأرضية تضع بيضها على الصخور العارية أو أعلى الأرض ، ولكن معظم الأنواع تبني عشاً كحصن للبيض ومأوى للصغار . والعش يختلف (شكل ٢٦ - ٨) ، فهو مجرد انخفاض فى التربة أو فى الحصى (الزرقاق) ، أو هيكل غير متاسك من أغصان الأشجار (الإبل) ، أو على هيئة كأس منسوج من مواد نباتية (كثير من الطيور المفردة) .
 صائد السمك وبعض عصافير الجنة تحفر عشاً على هيئة سرداب فى شواطئ المجارى المائية ، أما ناقر الخشب فيحفر تجويفاً بيضاً ويا كبيراً فى جذع شجرة ، وبعض عصافير الجنة تبني عشها من الطين . وتستخدم اليوم ، والزرقاق والقرقف الأمريكى تجلويف طبيعية أو اصطناعية ، بما فيها الصناديق التى يصنعها الإنسان . يكون متوسط أعداد البيض الذى تضعه الأنثى فى المرة الواحدة قليلاً فى الطيور التى تضع بيضها فى أماكن آمنة أو عشوش ، بينما يكون كبيراً فى الطيور التى تبيض على الأرض . حجم البيضة ومدة الحضانة تتصل بشكل عام بحجم الأم ، وفى الطيور مبكرة النضوج يكون البيض كبيراً ويحتاج لفترة حضانة طويلة ، عكس الطيور متأخرة النضوج من نفس الحجم .
 تحتاج صغار الطيور متأخرة النضوج نحو أسبوع بعد الفقس قبل مغادرة العش (شكل



شكل ٢٦ - ٨ : بعض أنواع أعشاش الطيور . إلى اليسار . الزرقاق ، البيض موزع على الأرض . فى الوسط . صياد الوادى ، البيض فى انخفاض عميق . إلى اليمين . صقور الجنة الذى يسكن سفوح الجبال ، الأعشاش مبنية من القراص الطين ، ومغطاة جداً مكونة مسعرة كهيئة حل صخر (تصوير سعور) .



شكل ٢٦ ٩ الطيور الصغيرة (أفراخ الطيور) . أعلى فرخ الزقراق مبكر النضوج بنفس وله غطاء كامل من الزغب ، والمينان مفتوحان ، وقادر على التحول في الحال ويرى ، سن اليهنة ، الصغير الأبيض على طرف المنقار ، والحلقمة الموجودة على الرجل هي للتمييز . أسفل . فرخ يبنى الحشيش الطائر (متأخر النضوج) في العش لمدة أيام بعد الفقس . الزغب موجود ويبدأ الريش الغليظ في الظهور . المينان مازالتا مقلبتين ولا بد من تغذية الفرخ بواسطة الأبوين . (تصوير مسرور)

٢٦ - ٩) ، ويطول الوقت في حالة الطيور الكبيرة .

تحتاج جميع الصغار إلى رعاية بعد الفقس - تغذية ، حماية ، واحتضان (لوقايتها ضد البرد والبلل) ، وتحميها ضد حرارة الشمس غير المناسبة . تعتنى الحيوانات البالغة بالصغار وتحميها لفترة من الزمن بعد تركها للعش . تكون المجاميع العائلية الأنوية للأسراب الشتوية من الشحور والسمان . في الصقور الانفرادية وأكلات الحشرات تشتت الصغار أو تطرد بواسطة الأبوين ، وجميعها تتابع حياتها المستقلة .

٢٦ - ١٩ علاقة الطيور بالإنسان

تستخدم الشعوب المتأخرة الطيور البرية للطعام والياب . استخدم المستوطنون الأوائل في شمال أمريكا طيور الصيد كطعام ثم بعد ذلك بيعت أعداد ضخمة منها في أسواق المدن ولكن أعداد الطيور البرية لا تستطيع أن تتحمل هذه المذبذبة المستمرة . فقد انقرض الطريق الكبير والحمام الزاجل ، وأصبحت أنواع كثيرة نادرة الوجود . يبحث ملايين الصيادين في الولايات المتحدة كل عام عن البط ، والأوز والسمان وطيور الصيد الأخرى ؛ ولكن طبقا للقوانين المقيدة لذلك بالنسبة لفصول السنة ، وحدود الصيد وطريقته . وقد استحدثت الوسائل لزيادة الإمداد وذلك بواسطة « الإدارة الرياضية » وتشكل الآن المبيدات الحشرية - الهيدروكربونات المعالجة بالكالورين - أخطر تهديد لحياة الطيور ، وخاصة الأنواع التي توجد عند قمة السلسلة الغذائية (عقاب البحر ، والنسر الأصلع ، والبيجة بنية اللون) .

تساعد أنواع كثيرة من الطيور الصغيرة الإنسان في التخلص من الحشرات الضارة والأعشاب الضارة بالحبوب ، ولكنها تمثل عاملاً واحداً فقط في إبادة مثل هذه الآفات . تتغذى معظم الصقور واليوم على القوارض الضارة بالمحاصيل ، ولو أن قلة منها تؤدي البواجن ، وطيور الصيد ، والطيور المفردة . وعدد من الطيور يصيب المحاصيل أحيانا بأن تأكل الحبوب المزروعة حديثا والنبته الصغيرة ، أو الحبوب الناضجة ، والفواكه ، وحبوب الثمر ، حتى أصبحت المقاومة ضرورية وتعتبر الطيور مستودعا لبعض الأمراض يحملها البعوض وتصيب الإنسان بما فيها مرض النوم .

أصبحت دراسة الطيور بالمتناظير وآلات التصوير ترويضاً صحياً في الخلاء لأناس كثيرين وتوجد عدة تنظيمات مخصصة لهذا الموضوع . وقد احتفظ الإنسان ولعدة قرون بالطيور البرية كطيور زينة في أقفاص ومراني للطيور . وحديثا اعتمدت هذه التجارة على الإمساك بالطيور البالغة أو الصغار في الخلاء ، ولكن مربي الطيور يربون الآن أنواعاً كثيرة .

أعظم مساهمة اقتصادية للطيور في صالح الإنسان تأتي من الأنواع المنزلية ، دجاج المزارع أو الدواجن فيستخدم الدجاج ، والديكة الرومية ، والبط ، والأوز في الطعام ، وإنتاج البيض ، وتمد الإنسان بالريش الذي يستخدم في الوسادات ولقد إستؤنست أنواع أخرى لأسباب حسية (عقائدية) .

٢٦ - ٢٠ الطيور الحفرية

بقايا الطيور الحفرية أندر من بقايا الفقاريات الأخرى وذلك لأن هياكل الطيور هشة وإمكانية حفظها قليلة . نشأت الطيور من الزواحف أقدم الحفريات في العصر اليوراس الأعلى في ألمانيا حيث وجدت بصمات على الحجر الجيري تشبه الطائر (أركيوبتركس) . وهذا المخلوق كان في حجم الحمامة كما كان له مجموعة من الأسنان في فخر على الفكوك ، وجناح به ثلاثة أصابع تنتهى بمخالب ، وذيل طويل له ريش على الجانبين . وفي العصر الطباشيري وجدت طيور كثيرة مسننة ، بعضها ضخمة والآخر صغير الحجم وبدءا من العصر الثلاثي وبعده ، فقدت الطيور أسنانها وتقدمت تدريجيا نحو الأنواع الحديثة . وبعض الطيور التى نحيا الآن لها مثيلات حفرية من العهد البليستوسين .

مراجعة

- ١ - ما هي الخصائص المميزة للطيور ؟ ما هي الخصائص الجديدة منها ، وغير الموجودة في طوائف الفقاريات الأقل تقدما ؟
- ٢ - صف الريشة . ما هي بعض الأنواع الشائعة من الريش ؟ ما هي الوظيفة التي تتطلب تكوين غطاء واقٍ مثل الريش ؟
- ٣ - صف بعض الريش الوحيد في هيكل الطيور .
- ٤ - ما هي الآلية التي تحل محل « أسنان الدجاج » لطحن الطعام ؟
- ٥ - صف الظواهر الخاصة للجهاز التنفسي في الطيور . كيف تختلف الرئات في الطيور عنها في الفقاريات الأخرى ؟
- ٦ - ما هو المعروف عن طرق الهجرة في الطيور وعن الوسيلة التي ترشدتها ؟
- ٧ - من أي مجموعة من الفقاريات نشأت الطيور ؟ ما هي الصفة الموجودة في طيور الحقب الأوسط وغير الموجودة في طيور الأزمان الجيولوجية التالية ؟

الفصل السابع والعشرون

الثدييات

الثدييات هي أرق مجموعة من الحيوانات . تضم الخلد ، والحفايش ، والقوارض ، والقطط ، والقرود ، والحيتان ، والغزلان ، والإنسان ، وأنواعاً أخرى حية ومنتقرضة . جميع الثدييات لها شعر أو فراء وهي من ذوات الدم الحار . يرجع اسم الطائفة إلى الغدد الثديية في الأنثى التي تفرز اللبن لرضاعة الصغار . الرعاية الأبوية للصغار متقدمة جداً في هذه الطائفة . تقطن الثدييات المختلفة العالم من المناطق القطبية حتى المناطق الاستوائية ومن البحار إلى الغابات الكثيفة والصحارى الجافة . كثير منها له عادات انزالية أو يكون ليلياً بحيث تندر رؤيته ، ولكن الثدييات هي المجموعة السائدة اليوم في العالم . قليل من الأنواع البرية تصاد للرياضة وأخرى للانتفاع بفرائها . بعض القوارض وآكلات اللحوم من الثدييات تصيب المحاصيل والحيوانات الداجنة للإنسان ، وهناك أنواع عديدة تعمل كمستودعات للأمراض . تمد الثدييات المستأنسة الإنسان بالطعام والملبس ووسائل الانتقال .

٢٧ - ١ الخصائص

- ١ - عادة يغطي الجسم بالشعر (نادرة في بعض الثدييات) الذي يقلش دورياً . بالجلد غدد كثيرة (دهنية ، وعرقية ، وللرائحة ، وثديية) .
- ٢ - للجسمجة لقمتان قفويتان ، فقرات العنق عادة ٧ ، الذيل عادة طويل ومتحرك .
- ٣ - المنطقة الأنفية عادة رضية ، للفكوك غالباً أسنان من أنواع عدة ، مميزة طبقاً لعادات التغذية ، للعيون جفون متحركة ، للأذن عادة صوان لحمي خارجي .
- ٤ - توجد أربعة أطراف (في الحيتان وأبقار البحر يخفى الطرفان الخلفيان) ، كل قدم له ٥ (أو أقل) أصابع والأطراف مهيأة للسير ، أو للعدو ، أو للتسلق ، أو للحفر ، أو للسباحة ، أو للطيران ، تنتهى الأصابع بمخالب ، أو أظافر ، أو حوافر ، وغالباً لها وسادات لحمية .
- ٥ - للقلب ٤ غرف (أذيتان ، وبطينان واضحان) ، يبقى قطع القوس الأورطى الأيسر ، خلايا الدم الحمراء ليس لها نواة ، وعادة مستديرة .

٦ - التنفس بالرئات فقط ، للحنجرة حبال صوتية ، يوجد حجاب حاجز عضلي كامل يفصل الرئتين والقلب عن التجويف البطني .

٧ - توجد مثانة بولية ، والمخرجات (البول) سائلة .

٨ - ١٢ زوجاً من الأعصاب الرأسية ، الدماغ متقدم جداً ، المخ والمخيخ كبيران .

٩ - درجة حرارة الجسم منتظمة (ثابتة الحرارة)

١٠ - للذكر عضو سقاة (قضيب) ، الإخصاب داخلي ، البيض عادة صغير جداً ، بدون قشرة ، ويحفظ في رحم (قناة بيض متحورة) الأنثى ليتكون الجنين ، الأغشية الجنينية موجودة ، توجد المشيمة ، يتغذى الصغير بعد ولادته بلبن يفرز من الغدد الثديية للأنثى .

غطاء الجسم العازل (الشعر والدهن الموجود تحت الجلد) ، والانفصال التام للدم الوريدي عن الدم الشرياني في القلب يمكنان الثدييات من تنظيم درجة حرارة الجسم . الأيض سريع ، وبناء عليه فإن الكمية اللازمة من الطعام كبيرة . الأسنان عادة واضحة ومتميزة . حواس الإبصار ، والسمع والشم متقدمة . المخيخ والمخ الكبيران يسمحان بدرجة كبيرة من التناسق والتعلم والذاكرة الواعية . أصغر الثدييات هي الزبابات والفئران التي يصل طول الرأس والجسم فيها إلى أقل من بوصتين (٥ سم) وتزن جزءاً من الأوقية . وتندرج الثدييات الأخرى باختلاف في الحجم حتى الحوت الأزرق وطوله ١٠٠ قدم (٣٠ متراً) ووزنه ١٣٠ طناً (١١٨ طن قياسي) وهو أضخم الحيوانات .

تركيب الثدييات : القطب المستأنس

٢٧ - ٢ الصفات الخارجية

يغطي كل الجسم شعر كثيف أو فراء ، ويتكون الجسم من رأس مستدير ، وعنق قصير ، وجذع ضيق ، وذيل مرن . لكل طرف أمامي خمسة أصابع يوسادات لحمية ، ومخالب إنكماشية منحنية . الأطراف الخلفية أقوى وتعطى القوة الأساسية في التحرك ، ولكل أربعة أصابع ومخالب .

فحاً الأنف ضيقتان وتقعان تحت طرف البوز ، والفم محاط بشفتين لحميتين . لكل عين جفنان تحمهما شعيرات دقيقة أو رموش . تحت الجفنين يوجد غشاء رامش شفاف يسحب عبر مقلة العين . بجوار العينين والأنف توجد شعيرات طويلة حسية ، « شوارب القط » . خلف العينين توجد أذنان خارجيتان لحميتان رقيقتان ، لكل قناة سمعية خارجية داخل الرأس . الجذع يتكون من صدر وبطن عريض خلفه . على الناحية البطنية للأنثى توجد أربعة أو خمسة أزواج من الحلمات الصغيرة البارزة تفتح من خلالها الغدد اللبنية . تفتح فحة الشرج تحت الذيل ، وتحتها مباشرة توجد الفتحة البولية التناسلية . في الذكر يوجد الصنف الذي يحتوي على الخصيتين تحت فحة الشرج .

٢٧ - ٦ الأسنان (أشكال ٢٧ - ٨ ، ٢٧ - ٩)

أسنان الثدييات محددة العدد ، ومثبتة في نقر ، ومتخصصة في الشكل والوظيفة تبعاً لأنواع الطعام المستخدم ، وأسنان القط مهياة لقطع وتمزيق اللحم . يثبت جذر كل سنة بمادة أسميتة في نقرة (حويصلة) في الفك . للقط أربعة أنواع من الأسنان : قواطع قصيرة في مقدمة الفكوك ، ليقطع أو ينشر بها الطعام ، أنياب رفيعة واخرة تستخدم للإمساك بالفريسة أو قتلها كما تستخدم في القتال . والضروس الأمامية والضروس الخلفية مثلثة الشكل وتستخدم في قص وطحن الطعام تشكل القواطع والأنياب والضروس الأمامية أسنان اللين في القط الصغير ، ثم تستبدل بعد ذلك وتضاف إليها الضروس الخلفية . الأسنان متشابهة على الجانبين ولكنها تختلف في الفك العلوى عنها في الفك السفلى . تشكل الأسنان في مجموعها التسنن .

٢٧ - ٧ الجهاز الهضمى (شكل ٢٧ - ٢)

يطن تجويف الفم غشاء مخاطى لين ، وبه ثلاث لحمية حول الأسنان . يتصل اللسان المرن بالناحية البطنية ، ويدعم بالمظام اللامية ، يحوى سطحه العلوى الخشن على أربعة أنواع من الحلمات وبراعم التنوق الميكروسكوبية . سقف الحلق يكون سقف تجويف الفم ، الجزء الأمامى منه صلب عظمى ، وخلفه يوجد سقف الحلق الرخو اللحمى القصير . توجد ٤ أزواج من الغدد اللعابية تصب إفرازها في الفم لتلين الطعام ، والغدد اللعابية هى : النكفية ، وتحت الفكية وتحت اللسانية ، وتحت الحجاجية .

البلاعوم هو تجويف خلف الفم حيث تعبر مسارات التنفس والطعام . تدخل فتحة الأنف الداخليتين البلاعوم من الناحية الظهرية وخلفهما فتحة أنبوبى إستاكبوس . على الناحية البطنية ، وخلف اللسان ، توجد الفتحة التنفسية أو فتحة الزمار ، عندما يكون الطعام ماراً تغطى هذه الفتحة بقطعة أمامية تعرف بلسان الزمار . المرئ أنبوبة عضلية ضيقة تمر في الصدر إلى المعدة الكبيرة خلف الحجاب الحاجز . تتصل المعدة بدورها بالأمعاء الدقيقة المتنوية وبينهما يوجد الصمام البوابى . تلتنحم بالجزء الأمامى من الأمعاء الدقيقة قنوات الغدد الهضمية وهى الكبد الكبير بنى اللون المكون من عدة فصوص ، والبنكرياس الصغير الأبيض . عند نهاية الأمعاء الدقيقة يوجد أعور قصير . تمتد الأمعاء الغليظة إلى أعلى الجانب الأيمن وعبر البطن ، ثم تميل إلى اليسار إلى مستقيم عضلى قصير بفتحة الشرج .

٢٧ - ٨ الجهاز الدورى

يقع القلب في التجويف الصدرى داخل غشاء رقيق هو التامور . يتكون القلب من أربع غرف كما في الطيور ، أذنين وبطينين عضليين سميكين . ويمر الدم خلال القلب والريتين كما في الطيور ، ولكنه في الثدييات يخرج من البطين الأيسر خلال قوس لورطى أيسر ، ويعطى بعد مسافة قصيرة شرياناً يسمى الشريان عديم الاسم (بقايا القوس الأيمن) ، حيث ينشأ الشريانان السباتيان العامان ،

ثم يستمر الشريان عديم الاسم كشريان تحت ترقوى إلى الطرف الأمامي الأيمن ، وينشأ من القوس الأيسر شريان تحت ترقوى أيسر ثم يدور القوس إلى الخلف كأبهر ظهري يتفرع إلى الأعضاء الداخلية ، وجذر الجسم والطرفين الخلفيين ، ثم يستمر كشريان ذيلي في الذيل .

يضم الجهاز الوريدي زوجا من الأوردة الودجية من الرأس والمنق ، ووريدتين تحت ترقوين من الطرفين الأماميين . يجمع هذه الأوردة على كل ناحية وريد أجوف أمامي يفتح في البهو الأيمن . يعود الوريد الأجوف الخلفي بالدم من الذيل ، والطرفين الخلفيين ، والكليتين ، والمنسلين والعضلات الظهرية . يحمل الجهاز الكبدي الباني الدم من الأعضاء الهضمية إلى الكبد ، ومنها عن طريق الأوردة الكبدية إلى الوريد الأجوف الخلفي الذي يدخل البهو الأيمن . لا يوجد جهاز كلوي باني . الطحال كتلة داكنة خلف المعدة .

٢٧ - ٩ الجهاز التنفسي

الهواء الداخل عن طريق فتحات الأنف يندفأ ويُنظف بواسطة الطلاعية المخاطية الموجودة على العظام الملتفة ، ثم يعبر البلعوم ، الموجود خلف سقف الحلق الرخو ، ليدخل فتحة المزمار أو فتحة الخنجرية وهي عبارة عن هيكل من الغضاريف تحتوي على الأحبال الصوتية . يمر الهواء من الخنجرية في القصبة الهوائية المرنة التي تدعم بغضاريف على هيئة حرف C . في الصدر تنفرع القصبة الهوائية إلى شعبتين هوائيتين تنفرعان إلى فروع تنتهي في الحويصلات الهوائية الميكروسكوبية للرئة . حول الحويصلات توجد شعيرات رئوية حيث يتم تبادل الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون ، أو التنفس الخارجي . الرئة إسفنجية مرنة ومكونة من ثلاثة فصوص . البلورا (غشاء جانبي) غشاء رقيق أملس يغطي الرئتين ويطن التجويف البلوري . آلية التنفس موصوفة في فصل ٦ .

٢٧ - ١٠ الجهاز الإخراجي

تقع الكليتان في المنطقة القطنية فوق البهتون . يمر البول السائل من كل كلية في قناة ، هي الحالب ، ليخترن في المثانة البولية العضلية القابلة للامتداد ، وتقع في الوسط البطني تحت المستقيم . تنقبض المثانة على فترات لتدفع البول للخارج خلال مجرى البول الذي يفتح عند الفتحة البولية التناسلية في الأنثى ولكنه يمر خلال القضيب في الذكر .

٢٧ - ١١ الجهاز العصبي وأعضاء الحس

الدماغ نسيجا أكبر منه في غير الثدييات من الفقليات الأرضية . الفصان الشيمان وساق الدماغ تغطي بنصفي الكرة الخطين الكبيرين ، وهذه الزيادة في الأنسجة الهضمية يواكبها زيادة في درجة الذكاء التي يمارسها القط . يتصل نصفا الكرة الخطين من الداخل بحزمة عرضية من الألياف ، تعرف بالجسم المقرن الأعظم ، وهو مميز للثدييات . المخيخ كبير ذو ثنيات ، يتكون من فص أوسط وفصين جانبيين (شكل

٩ - ٣) . وتشكبه المتقدم علاقة بالتناسق الرفيع في أنشطة القط . يوجد ١٢ زوجاً من الأعصاب الرأسية ، ومن الحبل العصبى يمر زوج من الأعصاب الشوكية لكل قطعة بدنية . تقع جنوع الجهاز السمبلى تحت الفقرات مباشرة .

تشابه أعضاء التنوق ، الشم ، والإبصار ، والسمع في القط مثيلاتها في الإنسان بالنسبة لموقعها ووظيفتها (فصل ٩) . تتجمع الموجات الصوتية بواسطة الأذن الخارجية المتحركة وتمر في القناة السمعية الخارجية التي توصل إلى طبلة الأذن (الغشاء السمعى) . للأذن الوسطى و التديبات ثلاث عظيمات سمعية (المطرقة ، والسندان ، والركاب) توصل الذبذبات إلى الأذن الداخلية وللقوق المتلف حلزونياً .

الغدد الصماء في القط هى النخامية ، والدرقية ، والجاردرقية ، والأدرينالية (الكظر) ، وجزر لانجرهانز ، والمناسل (أنظر فصل ٨) .

٢٧ - ١٢ الجهاز التناسلى (شكل ١٠ - ٢)

في الذكر توجد الخصيتان داخل كيس الصفن . من كل خصية يدخل المنى شبكة من الأنبيبات الدقيقة تعرف بالبليخ المتصل بالقناة الناقلة (قناة المنى) . وهذه القناة تكون ، مع الأوعية الدموية والأعصاب ، الحبل المنوى الذى يدخل البطن من خلال القناة الأربية الصغيرة . تدخل القناتان الناقلتان قاعدة مجرى البول وهو قناة بولية تناسلية مشتركة تمر خلال عضو الذكر ، أو القضيب . أثناء الجماع ينقل القضيب المنى إلى مهبل الأنثى . تفرز غدة البروستاتا وغدد مجرى البول البصلية الموجودة في الخلف ، إفرازات تساعد في انتقال المنى .

للأنثى مبيضان صغيران خلف الكليتين . إلى جانب كل مبيض يوجد القمع أو فتحة قناة البيض التى تؤدي إلى قناة بيض دقيقة تنجى للخلف مكونة قرن الرحم وهو سميك الجدار ، يلتحم القران في الخلف مكونين جسم الرحم الذى يمتد منه المهبل بين المثانة البولية والمستقيم إلى البظر البولى التناسلى الذى يطابق قضيب الذكر .

أثناء التكاثر ، تتكون البويضات في المبيض وتدخل قناة البيض وتغصب بالمنى الذى يمر لأعلى من المهبل بعد الجماع . تثبت البويضات المُنخصة في الجدر الداخلية لقرن الرحم وتصبح منزرعة تكون الأغشية الجنينية ، للجنين المتكون ، المشيمة (أشكال ١٠ - ١٣ ، ٢٨ - ٤) ، من خلالها يحصل الجنين على التغذية والأكسجين ويتخلص من المنتجات المتخلفة عن طريق الدورة الدموية للأم . تستغرق فترة الحمل ، من الإخصاب حتى الولادة ، ٦٠ يوماً .

تركيب الثدييات الأخرى ٢٧ - ١٣ الصفات الخارجية

تختلف الثدييات الكثيرة في الحجم ، والشكل ، والتناسب ، وطبيعة الشعر الذي يغطيها (إهاب الحيوان) ، واللون . والأنواع التي تعدو بسرعة لها أجسام ضيقة وأطراف طويلة ، أما الأنواع الكبيرة المسترخية (الجالسة) فهي ثقيلة من كل النواحي ، والحيتان ، والفقمات والأخرى التي تسبح تكون أجسامها مغزلية الشكل . تتنوع ذيل الثدييات - فهي تشبه الفرشاة « مضرب الذباب » في الحافيات ، وتكون قوية وغلظتها للدعامة والإتران في الكنغر ، ومسطحة كالدفة في الحيتان ، والقندس (كلب الماء) ، وجرد المسك ، وقابضة للإمساك في الأبوسوم وبعض قرود العالم الحديث .

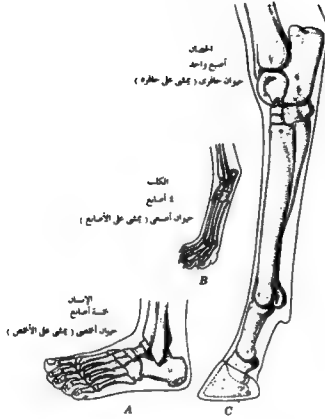
الأطراف رفيعة في الغزال الرشيق والظباء ، ضخمة مكتنزة في الأفيال وأفراس النهر ، قصيرة لها كفوف عريضة كما في الخلد ، وتشبه المجداف في الفقمات والحيتان . للكنغر والجربوع وجرذ الكنغر أطراف خلفية طويلة وأقدام وذيل طوال للقفز أو المشي المتواصل ، للخفافيش أطراف أمامية وأصابع طويلة رفيعة لتدعم أغشية الطيران الخفيفة (الأجنحة) التي يظهر بها في الهواء .

ينتهي قدم الثدييات (شكل ٢٧ - ٣) النموذجي بخمسة أصابع ، كما في الإنسان الرئيسيات الأخرى . القدم ضيق وبه أصابع أقل في الثدييات الراكضة . فالحصان الحديث له أصبح واحد في كل قدم . الماشية ، والأغنام والغزلان « مشقوقات الحافر » يعمل فيها الأصبعان الثالث والرابع ، أما الأصبع الثاني والخامس فهما بقاءا زائدين كالأصابع .

٢٧ - ١٤ غطاء الجسم

الجلد ينتج الشعر وتركيب قرنية ويحتوى على كثير من الغدد . عندما يتعرض الجلد للتآكل الشديد فإنه يكون جُسَآت قرنية كثيفة كما في كفوف اليد وأمحس القدم في الإنسان ، وكا في وسادات القدم في الدببة والفقران الخ . المخالب ، والأظافر والحوافر في الثدييات المختلفة ، والقرون في الماشية والأغنام وظباء العالم القديم كلها قرنية . في كل تلك الثدييات يستمر النمو من القاعدة ليحوض التآكل الخارجى . تُدعم القرون بلب عظمى . المناطق في الأيائل هي نمو سنوى تتكون من نسيج ضام يتكلس بعد ذلك (شكل ٢٧ - ٤)

يختلف الشعر في الطول ، والكثافة ، والنسيج . واللون في الأنواع المختلفة . فهو ثقيل في الثدييات القطبية ولكنه رفيع وقصير في الأنواع الإستوائية . والحيتان عارية إلا من بعض الأشواك حول الشفتين . في كثير من الثدييات يعض الغطاء فراءً ناعماً كثيفاً تحت عدد قليل من الشعر الثقيل الطويل لوقايته من التآكل . حول الأنف والعينين في آكلات اللحوم والقوارض توجد الشوئوب الطويلة الحسية ، تحلظ قاعدة كل شارب بألياف عصبية حسية . عندما يتجول الحيوان تستقبل الشوئوب منبهات اللمس . يغطي آكل النمل الشوكى ، والفنفذ ، والشهيم بأشواك حادة (شعر متحور) . توجد قشور بينها شعر



شكل ٢٧ - ٣ : أرجل الثدييات (الطرف الخلفي الأيسر) . (أ) الإنسان ، بصفة عامة ، له خمسة أصابع ويمشي على القدم كله . (ب) الكلب ، له أربعة أصابع ، « الكعب » مرتفع ، ويمشي على وسائل لحماية توجد تحت الأصابع . (ج) الحصان وله أصبع واحد (الثالث) ، « الكعب » مرتفع ، ويمشي على الحافر القرني الذي يغطي طرف الأصبع .

على ذيل القندس ، وجذ المسك ، وكثير من الجردان والفقران . يغطي البانجولين تماماً بالقشور . للمدرع درع مفصلي مكون من صفائح قرنية فوق صفائح عظمية وبعض الشعر القليل .

يُقْلَش الشعر دورياً ، عادة في الخريف ، ليكون غطاء جديد للشتاء . يقلش الشعر في الغزلان وبعض الحيوانات الأخرى في الربيع وينتج عن ذلك شعر خفيف قصير لفصل الصيف . يكون غطاء الجسم في ابن عرس والأرانب البرية التي تعيش في الشمال بنياً في الصيف ويقْلَش ليكون غطاء أبيض لموسم الثلوج . عادة تنمو كل شعرة حتى طول محدد ثم يتوقف النمو . ويكون النمو مستمراً في فروة رأس الإنسان ، وفي عرف وذيل الحصان ، وعلى أجسام الأغنام وكلاب البودل .

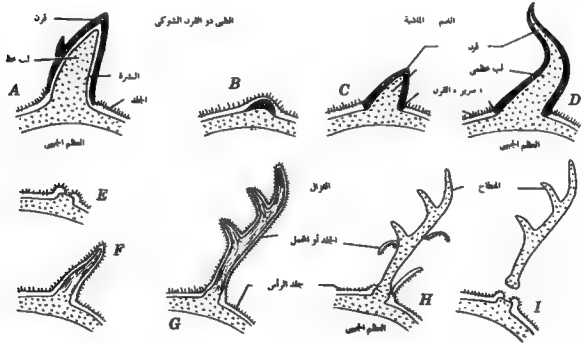
توجد نماذج ملونة متنوعة تنتج عن اختلاف تلون الشعرة . ألوان الثعالب السوداء والبيضاء ثابتة جامدة ، ولكن معظم الأنواع بها علامات لونية على هيئة خطوط أو بقع وعلامات أخرى للحيتان والققمعات طبقة دهنية سميكة تحت الجلد (شحم) لتعزل جسمها ضد فقدان الحرارة في الماء .

٢٧ - ١٥ الغدد

تضم الغدد السطحية (١) الغدد الدهنية ، كما وصفت في القط ، (٢) غدد الرائحة من أنواع مختلفة ، (٣) الغدد الثديية التي تنتج اللبن ، (٤) الغدد العرقية في الحصان والإنسان ، و (٥) الغدد الدمعية التي ترطب وتنظف سطح العين . الغدد اللبنية (شكل ٢٧ - ٦) توجد عادة في الإناث فقط ، ولكنها توجد عاطلة في ذكور الرئيسيات وبعض الثدييات الأخرى . تنشط هذه الغدد في أواخر الحمل بواسطة هرمون برولاكتين (النخامية الأمامية) لتنتج اللبن أثناء فترات التمهؤ الأولى للصغار . تنتج الغدد العرقية إفرازاً مائياً ، عندما يتبخر على سطح الجسم يلطف ويرد الجسم .

٢٧ - ١٦ التسنن

أسنان الثدييات متخصصة وعادة متشابهة (أشكال ٢٧ - ٧ ، ٢٧ - ٨ ، ٢٧ - ٩) . في كل رتبة أو فرع من الثدييات تخصص الأسنان حسب نوع الطعام المستخدم . الأسنان مخروطية في الخلد والحفاش التي تتغذى على الحشرات ، حادة تستخدم في القص والثقب كما في آكلات اللحم مثل القط ، مسطحة لها تيجان منخفضة فرس الأنواع المختلفة من الطعام كما في السنجاب ، والخنزير والإنسان ، وتشبه المبرد بمجود كثيرة من المينا لطحن النباتات الخضراء كما في الحافريات وكثير من القوارض . يكون تاج السن قصيراً كما في القط أو طويلاً كأسنان الخلد في الحصان ، يمكن أن يكون



شكل ٢٧ - ٤ : تركيب أطوار غزو القرون والمناطق ، قطاعات تخطيطية . (أ) القرن ذو الشوكة للظلم . (ب - د) قرون البقرة أو الغنم . (هـ - ط) مناطق الغزلان أو الوعل .

للأسنان جنور واضحة يتوقف نموها بسرعة ، أو تكون بلون جنور ، وتنمو من لب دائم كما في قواطع القوارض . لا يزيد عدد الأسنان في الثدييات العليا عن ٤٤ سنا ، وكثير من الأنواع لها عدد أقل . أنياب الخنزير هي أنياب كبيرة ، وأنياب الفيل هي القواطع العليا . ولا توجد الأسنان بوحيدات المسلك البالغة (ثدييات أولية) ، وبعض الدردائيات ، والبانجولين ، وحياتان البيلن .

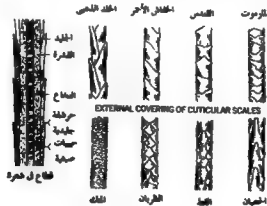
٢٧- ١٧ القناة الهضمية

الأمعاء قصيرة في الأنواع التي تستهلك الأطعمة المركزة مثل الحشرات واللحم ، وطويلة في القوارض والحافريات التي تأكل الحشائش والنباتات الورقية . والأخيرة لها أعور كبير ل يتيح مكاناً إضافياً لكميات الطعام الكبيرة أثناء القيام بعملية الهضم البطيئة . المجترات مثل الماشية والغزلان ، والجمال والتي تعيد مضغ الطعام ، لها معدة من ٤ أقسام (شكل ٢٧ - ١٠) . يجمع الطعام بسرعة ، ويمزج باللعاب ، ويضغ قليلاً ويمر إلى الكرش . ثم يبحث الحيوان عن مكان آمن ليحتر . ترتد إلى الفم كتل صغيرة أو مضغات من الطعام وتمضغ بعناية ثم يعاد بلعها . الأرانب وبعض القوارض تتغذى مرة ثانية على أقراصها البرازية لتستخلص منها قوتاً إضافياً .

تاريخ طيعى

٢٧ - ١٨ التوزيع

تقطن الثدييات عملياً كل أجزاء الأرض . يعيش القط وكثير من الفقمات في البحار القطبية ، ويعيش فقمات أخرى وأسود البحر على شواطئ المحيطات الدافئة . وتعيش الحيتان وخنزير البحر في البحار المفتوحة . يقطن القندس ، وجرذ المسك ، والمئك ، والقضاعة الماء العذب . أرض الحشائش ، والأرض الحشنة ، والغابات هي موطن كثير من القوارض وآكلات اللحوم والحافريات . وتعيش ثدييات أخرى في الغابات الاستوائية الكثيفة ، وفي تندورات القطب الشمالي عديدة الأشجار وفي المناطق الصحراوية . سنجاب الشجر ، والليمور وفردة كثيرة تقيم أساساً في



شكل ٢٧ - ١٨ : تركيب شعر الطيئات . (عن هالوسمان)

الأشجار ، الخلد و الجوفر أبو جيوب تعيش في الأرض ، وتطير الخفافيش آكلة الحشرات ليلاً ، في الهواء . لكل نوع من الثدييات مدى جغرافي ويبنى . يمكن أن تكون حدود البيئة ضيقة كما هو الحال مع القندس الذى يتطلب أشجاراً لينة اللحاء للطعام وماء عذبا ساكناً للمأوى . أو تكون البيئة متسعة كما هو الحال مع جرد المنازل الذى يكيف نفسه مع البيئات المختلفة .

٢٧ - ١٩ المجموعات

هناك ثدييات كثيرة ليلية أو محتجة بصعب على الإنسان ملاحظتها . ويكتشف وجودها بآثار الأقدام ، بالروث ، أو علامات أخرى ، ولكن الصيد هام لتحديد أعدادها . يعيش أسد الجبل ، الملك ، وقوارض كثيرة وحيدة باستثناء الأنثى عندما تكون مع صغارها . يمكن للذئاب والضباع أن تصيد في مجاميع ، تقطن كلاب البرارى (جيمنوميس) أنفاقاً تستعمرها . يعيش الجاموس ، والظباء ، وقمات الفراء ، وأسود البحر غالباً في قطعان . وكثير من الرئيسيات تعيش في مجاميع اجتماعية .

تختلف الكثافة السكانية باختلاف الغطاء والطعام . يمكن أن يصل عدد الزبابات الصغيرة والجردان ٥٠ - ١٠٠ في الأكر (١٢٣ - ٢٤٧ في الهكتار) وعدد سنجاب الأرض الكبير ٢ - ١٠ في الأكر (٥ - ٢٧ في الهكتار) . يوجد الغزال الأمريكى الواحد في ١٠ - ٤٠ أكر (٤ - ١٦ هكتارا) ، والذب الأسود - حلود مدنية (من ٣٦ ميلاً مربعاً ، أو ٩٣ كيلومتراً مربعاً) لكل فرد . للأنواع البحرية مساحات كبيرة من البحر ترتادها ، وغالباً ما تتجمع في قطعان على الشواطئ . تقل الأنواع في المناطق القطبية وتزداد في المناطق الاستوائية .

في أنواع كثيرة يكون التعداد ثابتاً تقريباً إلا إذا تغير نتيجة للجفاف ، أو للفيضان ، أو لنقص الطعام ، أو لتدخل الإنسان ، أو للعوامل المشابهة . ويصل التعداد للقيمة سنوياً عندما تظهر الصغار ثم يهبط حتى نهاية موسم التناسل الذى يليه . تحدث تذبذبات (تقلبات) دورية في تعداد جرد المرج أو جردان القيط ، واللمنج ، والأرانب البرية (حذاء الثلج) ، والنعالب القطبية وأنواع أخرى في الولايات الشمالية ، وكندا وآلاسكا ، وشمال أوروبا ، مدة الدورة حوالى ٤ سنوات في اللمنج ، ونحو ٩ - ١٠ سنوات في النعالب القطبية والأرانب البرية .

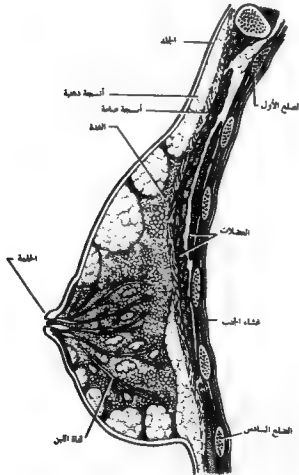
٢٧ - ٢٠ الأوكار والملاجئ (المأوى)

كثير من الثدييات لها ملاجئ حيث تهجع وتنام ، وتجنب الطقس العاصف ، وتطعم صغارها . تستخدم ثوران الخشب ، والأرانب ، وبعض آكلات اللحوم الشقوق الطبيعية بين الصخور . وترتد الخفافيش على الكهوف ، والشجر والمباني . تستخدم الجردان ، والصيدناني (نوع من السنجاب) ، والراكون والأبوسوم تجاويف الأشجار ، بيتاً يبنى سنجاب الشجر ، وبعض ثوران الخشب ، وقليل من الجردان أوكاراً بين أوراق النباتات . تحفر الأرانب ، والسنجاب الأرضى ، والبادجر ، والقويوط ، والظربان جحوراً في الأرض . يعيش الخلد والجوفر أبو جيوب في أنفاق تحت الأرض . يبنى القندس السدود ليصنع البرك حيث يمكنه أن يموم عيdan الحطب ويبنى

بيوتا حصينة من العيدان والطين . وفي المناطق التي يكثر فيها الثلج تغادر الغزلان وآيل الموس الساحات الشتوية إلى أماكن أخرى حيث يمكنها أن ترعى .

٢٧ - ٢٩ الصوت

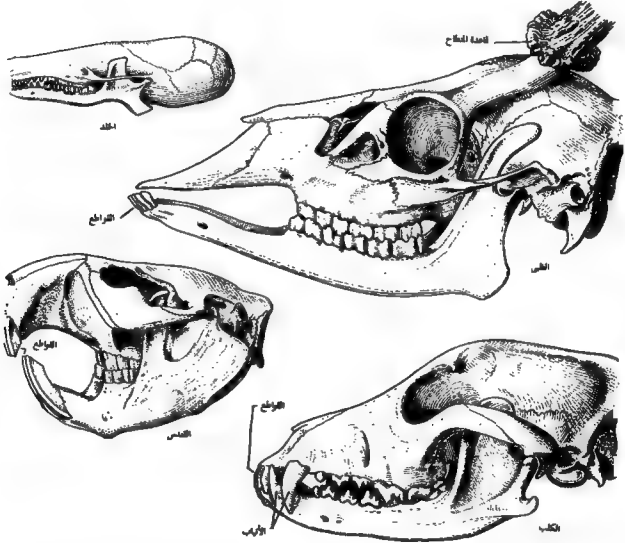
معظم الثدييات تستخدم أصواتها بكثرة ولأغراض متنوعة بما فيها التعبير عن العواطف ونقل المعلومات بين الأفراد . تستخدم النداءات والتفغمت في (١) التحذير من الخطر ، (٢) ترويع الأعداء (٣) تجميع الأنواع التي تعيش في تجمعات ، (٤) تجميع الأجناس للتزاوج ، و (٥) تحديد مكان الأبوين أو الصغار . اللغة عادة نداءات جامدة ولكنها متنوعة بين الرئيسيات حتى تصل إلى كلام الإنسان الفصيح . يستخدم الحفاش واليوربوز أصواتاً عالية المقامات (فوق صوتية) للتوجيه وتحديد مكان الطعام طبقاً لنظرية تحديد المكان بالصدى - سونار .



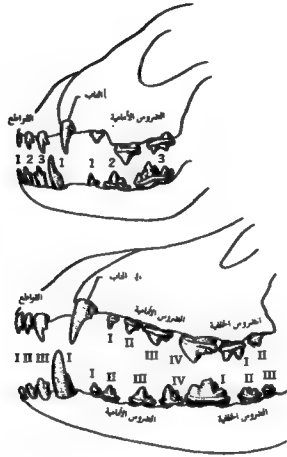
شكل ٢٧ - ٦ : قطاع طولى في الغدة الدرقية للإنسان ، غير مفردة للين (عن سموت .)

٢٧ - ٢٢ الغذاء

الحافريات ومعظم القوارضي (مع الحشرات) هي محولات أولية للنباتات - فهي تأكل المواد النباتية وتشكل بدورها غذاءا للحيوانات التي تأكل اللحوم . تضم الثدييات آكلات العشب



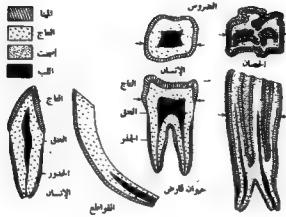
شكل ٢٧ - ٧ : بعض أنواع هاجم وأسنان الثدييات ، ليست على مقياس رسم واحد . المخلد (رتبة آكلات الحشرات) الأسنان دقيقة وهروبية للإمساك بالحشرات والديدان . الطير (رتبة زوجيات الحوافر) : قواطع الفك السفلي تقابل وسادة لحمية على الفك العلوي لتقطيع النباتات بين الأسنان ذات الحود المنيية (الضروس الأمامية والضرروس الخلفية) ، لا توجد أنياب . القنص (رتبة القوارضي) : زوجان من القواطع التي تشبه الأزميل تستخدم في التقصم ، لا توجد أنياب ، للضرروس الأمامية والضرروس الخلفية سمود مضطحة من الجيا لظعن الطعام . الكلب (رتبة آكلات اللحوم) : القواطع صغيرة ، دليق كبيرة للظعن ، وأسنان لحد متميزة للتقطيع والظعن .



شكل ٢٧ - ٨ : حالة السنن في الكلب إلى أعلى . الأسنان المؤقتة أو أسنان اللبن في الجرو ، كلها تستبدل فيها بعد . إلى أسفل . أسنان الحيوان البالغ أو الأسنان الدائمة

الحصان ، والماشية ، والبison (جاموس أمريكي) وغيرها التي ترعى الحشائش ، والفزلان والماعز ، والفيلة والزرافات التي تقضم أوراق وأفرع الشجيرات والأشجار . ويستهلك السنجاب والصيدنافي كثيراً من الحبوب والبنديق . ويتغذى القندس على اللحاء الداخلى لنباتات الصفصاف والخور الرجراج . ويأكل الشبهم لحاء الأشجار المخروطية . الثدييات متنوعة الطعام هي تلك التي تأكل مواداً نباتية ومواداً حيوانية : مثل فئران المنزل والراكون ، والذئبة والخنزير والإنسان . تضم الثدييات آكلات اللحم القط ، والكلب ، وابن عرس ، والثعلب ، والفقمة ، وبعض الحيتان ، وآخرين . معظم الخفافيش ، والخلد ، والزبابات من آكلات الحشرات ، بينما تكون بعض الخفافيش والرئيسيات من آكلات الثمار (تأكل الفواكه) . هناك ثدييات صغيرة ، بدون تناسب ، لها متطلبات غذائية كبيرة ؛ فبعض الجرذان تأكل قدر وزنها تقريباً من الطعام في اليوم ، ويمكن للذئابة أن تستهلك من الحشرات أكثر من وزنها خلال ٢٤ ساعة .

تحمل الثدييات ندرة الغذاء الموسمية لأيام عديدة . وقد اعتاد جاموس السهول أن يهاجر بانتظام



شكل ٢٧ - ٩ : تركيب سنة الثدييات ، قطاعات تمطعية ، توضح الأسهم التي على الضروس إتجاه القطع في الأشكال العليا والسفلى .

إلى الأراضي العشبية الشمالية في الصيف ثم إلى سهول أخرى جنوباً في الشتاء . وتهاجر القطعان الكبيرة من طباء شرق أفريقيا أساساً للبحث عن الطعام ، بعض الأيل الأذاني الذي يعيش في الغرب يهاجر إلى أعلى جبال سيرا - كاسكاد وجبال روكي لفترة الصيف ولكنه يقضى الشتاء في سفوح التلال عندما تغطي الثلوج الكثيفة السلاسل الجبلية العليا . تترك بعض الحفائش مساكنها الصيفية الشمالية عندما تندر الحشرات وتذهب للجنوب لقضاء الشتاء .

السنجاب أو الصيداني ، وفران الكنغر تجمع الحبوب في جيوبها الخدية وتخزنها . يقطع أرنب أوكوتونا النباتات ويجففها كدريس أثناء الصيف ويخزنها في أماكن جافة بين صخور الجبال العالية التي يسكنها ، ليأكل منها عندما تتخطى المنطقة بثلوج الشتاء .

تمارس النوم الشتوي أو البيات الشتوي بعض من السنجاب ، والصيداني ، والمارموت ، وبعض الحفائش ، وأنواع معينة أخرى من الثدييات لتخلص من مآزق ندرة الغذاء في الشتاء . أثناء البيات الشتوي يهبط أبيض الجسم إلى مستوى منخفض ، فيصير التنفس وضربات القلب بطيئة ، وتنخفض درجة حرارة الجسم بشدة ويتجمع الدهن الزائد قبل البيات الشتوي ليستخدم كوقود (طاقة) لتبقى هذه الحيوانات حية خلال فترة السبات . يختلف السبات الشتوي في الدبة باختلاف الارتفاع .

٢٧ - ٢٣ الحيوانات المفترسة (الأعداء)

تعتبر آكلات الحشرات فرائساً لآكلات اللحوم المختلفة وذلك حسب أحجامها . فتأكل أسود الجبال الغزلان ، ويأكل الأسد الأفريقي الظباء والزبرا (حمار الوحش) ، وهكذا حتى نصل إلى ابن عرس الذي يأكل الجرذان . تقترب الصقور واليوم الجرذان ، والفئران ، والأرانب ، كما تأكل بعض الثعابين الكبيرة قوارض كثيرة . يعتبر الإنسان من أكبر أعداء كثير من الثدييات . فهو يصيد ثدييات

أو بعدها مباشرة . مدة هذه الدورة في أنثى الفأر ساعات قليلة وتحدث كل أربعة أيام ، للبقرة دورات متكررة تستمر كل منها نحو ٢٤ ساعة كل ١٨ - ٢١ يوما ، وأنثى الكلب تستمر فترتها ٦ - ١٢ يوما وتحدث كل ستة أشهر . يستطيع الأرنب وابن مَقرض الإنجاب في أى وقت . تنظم الدورة ، والحمل وإفراز اللبن هرمونات الغدة النخامية والمبيض ، وتؤثر العوامل البيئية مثل طول النهار ودرجة الحرارة على الغدة النخامية .

تختلف العلاقات بين الجنسين أثناء التكاثر . في بعض آكلات اللحوم يبقى الذكر مع الأنثى ويساعد في جمع الطعام حتى تقطم الصغار عن الرضاعة . أنواع أخرى من الثدييات تختلط في التزاوج ، فيأثى ذكر أو أكثر الأنثى ييسطة لمدة يوم أو أكثر حتى تصبح حاملاً . وظاهرة تعدد الزوجات ، تزاوج الذكر بعدد من الإناث ، هى عادة أسود البحر ، وقمصات الغدء ، والماشية ، والحصان البرى (الوحشى) ، والعلك .

تختلف فترة الحمل مع حجم الحيوان . والزمن المحسوب باليوم لبعض الثدييات المعروفة هو كالآتى : الجرذ البيئى ، ٢١ ؛ الفأر الترويجى ، ٢١،٥ - ٢٢ ؛ الأرنب البيئى ، ٣٠ - ٣٢ ؛ القط والكلب المستأنسان ، ٦٠ ، خنزير غينيا ، ٦٨ ؛ الغنم والماعز ، ١٤٩ ، الظبى الأذنانى ، ٢٠٣ - ٢٠٨ ، الدلق ٢٥٩ - ٢٧٥ ، البقرة ، ٢٨٠ ، الحصان ، ٣٣٦ ، والفيل ، ٢٠ شهراً تقريباً .

عدد الصغار التى تنجب في المرة الواحدة يتناسب عكسياً مع الحجم : الفيل والحصان ، ١ ، الغنم والغزلان ، ١ أو ٢ ؛ آكلات اللحوم ، ٣ - ٥ ؛ القوارض ، ٢ - ٣ أو ٨ - ٩ . فتوسط الإنجاب في الفأر الأسود ٦ والفأر الترويجى حوالى ٨ ، ولكن أنثى الفأر الأخير يمكنها حمل ١٥ جنينا في الحمل الواحد . الثدييات الكبيرة تنجب صغيراً واحداً في السنة ، ولكن الأنواع الصغيرة التى لها فترة حمل قصيرة وتنجب بطوناً عديدة تكون أكثر نسلأ .

صغار الثدييات مبكرة النضوج مثل الأرانب الكبيرة والجبليية ، والغزلان والثدييات المنزلية تولد وجسمها مغطى بالشعر ، وعيونها مفتوحة وقادرة على التجول في الحال (شكل ٢٧ - ١١) ، وعلى النقيض في الثدييات متأخرة النضوج مثل الأرانب الحقيقية (أوريكولاجوس) ، ومعظم القوارض وآكلات اللحوم فكون صغارها عارية ، وعمياء ، وعاجزة عند الولادة ، وتتطلب نمواً أكثر في عش قبل أن تستطيع التجول . جميع صغار الثدييات يرعاها الأبوان قبل أن تصبح مستقلة .

٢٧ - ٢٥ العلاقة بالإنسان

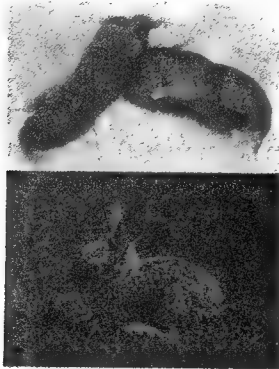
قدمت الثدييات خدمات للإنسان كما أضرت بطرق مختلفة منذ الأزمنة الأولى . يعتمد الإنسان على بعضها في التغذية ، والملبس وضرورات أخرى ، وبعضها يعتبر تهديداً أو مصدرأ طبيعياً للمرض ، وبعضها يصيب ممتلكات الإنسان .

يستخدم الإسكيمو شحم الحوت والفقمعة في الطهى ، وجلد الكاريبو في الملابس ، وجلد الفقمعة ليلبس في الأرجل ، وجلد أنواع أخرى في القوارب . كان هنود السهول يعتمدون إعتمادأ كبيرأ على الجاموس ، يستخدمون لحمه في الغدء ، وجلده في الحيام ، وأوتاره في الحياكة . واستخدم الفراء

كمليس لعدة قرون ، وأهم أنواع الفراء هي فراء القندس ، والتعلب ، والثوش ، والمنك ، وفأر المسك ، والشنشلا ، وقد نجحت تربية الأنواع القيمة مثل التعلب الأسود والمنك في مزارع الفراء . جلد الأرناب ، والقطط المنزلية ، وفأر المسك ، وآخرون يصنع ويجز شعره أو يعالج بطريقة أو أخرى ليشبه الفراء الثمين .

تصاد تدييات كثيرة الآن للبهجة والترؤيع . وسوف يؤدي الإضرار بالبيئة ونقص أعداد حيوانات الصيد الكبيرة في العالم (ما عدا الغزلان) إلى تقنين هذه الرياضة في المستقبل . تعرض الحيوانات الكبيرة أو النادرة في كثير من حدائق الحيوان . في المروج الدولية توجد الحيوانات الكبيرة تحت حماية حتى يمكن للزوار مشاهدتها على مسافات قريبة .

التدييات الضارة هي التي تحطم المحاصيل والحيوانات المنزلية ، وتحمل الأمراض ، وكذلك الأنواع الكبيرة الخطرة على الإنسان نفسه . ترعى الأرناب ، ومرموت الحمائل ، وبعض الجرذان ، الخضرافات ، والحدائق ، والحقول ، ويمكن أن تقضم لحاء الأشجار . في الولايات الغربية يصيب سنجاب الأرض حقول الحبوب ومحاصيل أخرى مختلفة ، ويأكل الجوفر ذو الجيوب جنود النباتات في الحدائق والحقول . تسبب الفئران والجرذان المنزلية الدخيلة من العالم القديم خسارة كبيرة . تنفذ آكلات اللحوم (التدييات المفترسة) في الطبيعة على حيوانات أخرى تتناسب مع حجمها ،



شكل ٢٧ - ١١ : صغار التدييات . إلى أعلى . الفئران ، تولد عارية ، ضريبة ، وعاجزة ، وتحتاج للرعاية والرعاية في عش قبل أن تصبح مستقلة . إلى أسفل . أرناب جاك ، مغطى تماماً بالشعر وتكون له عيون مفتوحة عند الولادة ، وله القدرة على التجول في الحال . (تصوير ستور)

من القوارض حتى الأيائل . ويمكن للذئب والكيوت والقطط البرية والديبة أن تفترس الماشية ، والغنم ، والماعز ، والخنازير ، والدواجن المنزلية . ومنذ بداية الزراعة ، يجد الإنسان لمنع الضرر الذي تسببه القوارض للمحاصيل والمخازن ، وتسببه الحيوانات المفترسة للدواجن المنزلية . وفي وقتنا الحالي وعلى الأقل في الولايات المتحدة ، أصبحت الحيوانات المفترسة غير ذات أثر في إحداث خسائر للدواجن المنزلية . وتسبب حملات الإبادة ضد الحيوانات المفترسة ضرراً أكثر من النفع . ومن أهم أمراض الثدييات التي يمكن أن تنقل للإنسان الطاعون والتيفوس في الفئران المنزلية ، والطاعون ، والحمى الراجعة والحمى الشوكية والتولاريميا في كثير من القوارض البرية ، والترخنة في الفئران والحلالي ، والقطط ، والسعار في الخفافيش وآكلات اللحوم المختلفة .

٢٧ - ٢٦ الثدييات المستأنسة

استؤنست ثدييات كثيرة لتكون في خدمة متطلبات الإنسان . فيستخدم الحيوان والثور في النقل والحجر ، وتستخدم الماشية ، والغنم ، والماعز في إمداد الإنسان باللحم واللبن ، والخنزير باللحم ، وجميعها تمد الإنسان بالجلد للدباغة . ويُفزل صوف شعر الغنم والماعز في شلات أو خيوط حيث ينسج في المصانع . والكلب حارس وصيدق ويستخدم في الصيد ، وأحياناً دابة للحمل ، ويؤكل



شكل ٢٧ - ٢٦ : الكوالا (فاسكولازكوس سينويوس) ، حيوان ثديي كيمي شجري من أستراليا .

بواسطة بعض الشعوب البدائية ، ويحتمل أن يكون الإستئناس قد بدأ في آسيا منذ قرون عديدة ، حيث أن الأسلاف البرية لسلالات كثيرة مستأنسة كانت تستوطن هذه القارة . تمد الثدييات والطيور المستأنسة الإنسان بمعظم بروتينه الغذائى ، هذا بجانب الأسماك ، كما تمده بضروريات أخرى كثيرة تلزم لحياته المتحضرة .

٢٧ - ٢٧ الثدييات الحفرية

من المحتمل أن تكون الثدييات قد نشأت في العصر الترياسى من الزواحف السيودونتية (شبيهة الثدييات) ، التى تخصصت أسنانها . وكانت الأشكال الأولى صغيرة الحجم ولكن بعد ذلك كبرت السلالات في الحجم وتنوعت في التركيب . وقد ظهرت الكيسيات (شكل ٢٧ - ١٢) وآكلات الحشرات في العصر الطباشيرى . ويعتقد أن الثدييات المشيمية العليا قد نشأت من آكلات الحشرات . وبنهاية العصر الطباشيرى إختفت الديناصورات بينما ازدهرت الثدييات صعوداً . وجاءت أولاً مجموعة من السلالات القديمة ، غالباً أشكالتها فظة ، ثم ظهرت الأنواع الحديثة . ويُعرف الحقب الحديث (من عهد باليوسين حتى عهد مليستوسين) بزم من الثدييات حيث كانت هذه الحيوانات هى السائدة خلال هذه الفترة . وقد انقرضت نصف الرتب المعروفة من الثدييات تقريباً ، وتحتوى الرتب الأخرى على أنواع حية وأخرى منقرضة . وقد استتجت العوامل التى أدت إلى ازدهار الثدييات وهى زيادة القحولة والجفاف من العصر البرمى فصاعداً مما يناسب الحيوان سريع الحركة ، وأيضاً ظهور العصر الجليدى الذى أمكن فيه للحيوانات ذوات درجة الحرارة المنظمة التى ابتعدت بأجسامها عن الأرض ، أن تكون أكثر الحيوانات قدرة على البقاء .

مراجعة

- ١ - تكلم عن الخصائص المميزة في الثدييات . إلى أى صفة يرجع الاسم ؟
- ٢ - ما هي الأنواع المختلفة للأضنان في الحيوان الثديي ؟
- ٣ - أذكر بعض صفات التكيف في الثدييات التي اعتادت أن تسبح ، تطير ، أو تحفر في الأرض .
- ٤ - ما هو الشكل الأكثر شيوعاً لتقدم الثدييات ؟ كيف تتحرك هذا الشكل في الفقرة ، والبقرة ، والكنغر ، والحصان ؟
- ٥ - ما هي وظيفة الشوارب ؟
- ٦ - ما هي التحويلات الخاصة في العملية الهضمية التي توجد في المجترات ؟
- ٧ - عرف : آكل الحشائش ، متنوع الطعام ، آكل اللحوم ، وآكل الحشرات .
- ٨ - صف الظواهر غير العادية التي توجد في تكاثر متقار البط بلايوسم والأبوسوم . ما هي المشيمة ؟
- ٩ - ما هي الفترة من الأزمان الجيولوجية التي تعرف بـ زمن الثدييات ؟ لماذا كان هناك ازدهار كبير في الثدييات في هذه الفترة ؟

الفصل الثامن والعشرون

الإنسان

٢٨ - ١ مكان الإنسان في الطبيعة

شكلت نشأة وموضع الإنسان ، هوماساينز ، في مملكة الكائنات الحية ، ومنذ مدة طويلة موضوعا على درجة كبيرة من الأهمية . توجد لدى الشعوب البدائية أساطير تتضمن نشأة الإنسان من الحيوانات أو المواد اللاحيوانية . وعند أناس آخرين يعتبر الإنسان مخلوقاً خارقاً إعجازياً فوق الطبيعة . ينظر البيولوجيون إلى أصل وموضع الإنسان بموضوعة مستخدمين معرفتهم بتركيب وفسولوجية جسم الإنسان ، وتكوينه الجنيني ، وأثار الإنسان على الأرض . وعلى هذا الأساس ، فالإنسان حيوان فقارى يتبع طائفة الثدييات ، وله المميزات التالية :

- ١ - الدماغ وله قدرات وظيفية هائلة وحجم كبير (النهاية الصغرى في الإنسان ، ١٠٠٠ سم^٣ ، والنهاية العظمى في الغوريلا ، ٦٥٠ سم^٣) ، صندوق الدماغ أكبر من الوجه .
- ٢ - الوجه مسطح وعمودى بدرجة أكبر ، حيود الحاجب مختزلة ، الفك السفلى أقل بروزاً ، والأسنان متقاربة في الحجم .
- ٣ - الشعر طويل ونموه مستمر على الرأس ، ولكنه متفرق وقصير على الجسم .
- ٤ - اليدين أكثر انطلافاً ، الإبهام أحسن تكويناً ، الأرجل أطول من الأيدي بنسبة ٣٠٪ ، ومستقيمة ، أصبح الرجل الكبير غير مقابل للأصابع الأخرى .
- ٥ - الهيكل والأجزاء الرخوة لها تشكيل ونسب مختلفة ، بالجسم طبقة دهنية تحت الجلد .
- ٦ - صف الأسنان مقوس ، الأنياب صغيرة ، والضروس الأمامية ثنائية التاج .
- ٧ - فترة الطفولة طويلة وممتدة وكذلك نضوج الهيكل .

يمشى الإنسان كمادته منتصباً على قدمين^١ وطباعه أرضية ، وجماعى لدرجة كبيرة ، ومتنوع الطعام ، ويستخدم بصفة عامة الفضاء المظهور . وعلى النقيض فإن أقرب القرين إلى الإنسان وهى شبيهات الإنسان (الغوريلا ، والشبانزى ، والأورانجوتان ، والجيون) شبه منتصب في وضعها . وهى في الواقع تمشى على أربع ، فالغوريلا والشبانزى تمشى على المفاصل بين الأصابع والمشط ،

وهي طريقة فريدة في التنقل . الغوريلا تقطن الأرض وتأكل الخضروات ونادرا ما تأكل الفواكه ، وأحيانا قليلة تصعد الأشجار . أما الشمبانزي فشجري وأرضي ، يتغذى على الفواكه وبعض المواد الحيوانية والأواغورتان والجيون شجريان يأكلان الخضروات وكثيرا ما يأكلان الفاكهة . وبصفة عامة ليست الرئيسيات جماعية إلى الدرجة الموجودة في الإنسان . ولكن الدراسات الحديثة على الغوريلا والشمبانزي أوضحت أن هناك ترابطاً وتنظيماً إجتماعياً واضحا .

أوضحت الدراسات على الجزئيات الكبيرة ، و زلال المصل ، والأنزيمات ، والهيوجلويين ، والأحماض النووية لقردة العالم القديم ، وشبيهات الإنسان ، والإنسان ، أن العلاقة بين الإنسان وشبيهات الإنسان أقوى منها بين القردة وشبيهات الإنسان . إنفصال سلالة الإنسان من السلالة التي أدت إلى القردة الأفريقية يمكن أن يكون قد حدث منذ ١٥ - ٥ ملايين السنين . وقد أشارت الأدلة الكيميائية الحيوية إلى هذا التاريخ .

يتفوق الإنسان على الكائنات الحية الأخرى في كثير من القدرات الوظيفية مثل (١) إنشاء واستخدام العدد (٢) تخوير البيئة لمصلحته الخاصة ، بما فيها إنتاج الغذاء ، (٣) تملك الكلام المتسلسل واللغة ، (٤) تنظيم حياة إجتماعية معقدة بمجهود تعاوى ، (٥) تكوين الآراء المجردة . وهذه القدرات ممكنة بسبب إملاكته ليدنين حرتين ، ولكن الأهم هو التكوين الراقى لدماغ الإنسان من ناحية الحجم ، والتركيب ، والقدرة الوظيفية . وباستخدامه للحديث المتصل الفصيح ، واللغة ، والكتابة ، والتسجيل ، أمكنه من تجميع ونقل المعلومات المتجمعة للأجيال التالية . ونج عن ذلك التقدم المادى ، والاجتماعى ، والثقافى والأخلاقى . فى معظم الحيوانات الأخرى ، يكون إنتقال القدرات بين الأجيال محدودا ببعض الفرائز والانعكاسات التي تتيها الوراثة .

تركيب جسم الإنسان

٢٨ - ٢ الحجم

طول الإنسان البالغ العادى يتراوح من ٥٦ إلى ٧٨ بوصة (١٤٢ - ١٩٨ سم) ، وقليل من الأقزام يكون طولها ١٨ - ٣٦ بوصة (٤٥ - ٩١ سم) فقط ، والعلاق غير العادى (نظرا لزيادة فى عمل الجسم التنخامى) يصل إلى ٩ أقدام (٢,٧ مترا) طولاً . ومتوسط طول الإنسان فى مختلف الشعوب يتراوح بين ٥١ - ٧٢ بوصة (١٢٩ - ١٨٢ سم) . والإنسان الذى ينقصه الغذاء اللامم أو يسكن فى مناخ متطرف يكون قصيرا ، ولكن الإنسان النشط الذى يسكن المناطق الدافئة ويتناول طعاماً أحسن يكون أكثر طولاً . توضح الأجيال الحديثة فى الولايات المتحدة بكل تأكيد زيادة فى متوسط الطول . وفى معظم السلالات تكون الذكور أطول من الإناث ، فمتوسط طول الرجل الأبيض الأمريكى الذى يتراوح سنه بين ٢٠ - ٢٤ سنة هو ٦٨ بوصة (١٧٠ سم) والمرأة ٦٤ بوصة (١٦٠ سم) (١٩٦٤) . وترجع الزيادة فى الوزن بعد البلوغ إلى تجمع الدهون .

٢٨ - ٣ غطاء الجسم

جلد الإنسان رفيع ورقيق فيما عدا جلد الكف وأخمص القدم . ويتنوع لون الجلد من الشعيرات الدموية بما فيها من خلايا حمراء في الأدمة ، وأيضاً من الصبغ الذي يحتوي على الميلانين (أسود) والكاروتين (أصفر) . وتختلف السلالات البيضاء ، والصفراء ، والبنية ، والسوداء في كمية صبغ الميلانين في الجلد . فالشعر من السلالة البيضاء يوجد بهم ميلانين أقل من الموجود في السمرة والنساء عادة أقل من الرجال في كمية الميلانين . واللون عامة أكثر وضوحاً في السلالات التي تتعرض لضوء الشمس القاسي . يقوم الأشخاص البيض بدهان جلدهم لحماية من الأشعة فوق البنفسجية غير المناسبة . يختلف جلد الإنسان عن جلد معظم الثدييات في إحتوائه على غدد عرقية تتجعد عرقاً مائلاً يحتوي على بعض الأملاح ومنتجات إخراجية . ويساعد تبخر العرق في تبريد وتنظيم درجة حرارة الجسم .

٢٨ - ٤ الشعر

شعر الإنسان يشبه باقي الثدييات من حيث التركيب وطريقة النمو ولكنه يختلف (١) في كونه طويلاً أو كثيفاً وخاصة على الرأس ، (٢) في الكم والتوزيع والشكل في الأعمار المختلفة للفرد ، (٣) بين الجنسين من حيث الكم والطول ، و (٤) في الكم والتركيب بين السلالات الإنسانية .

الشعر الطويل دائم النمو على الرأس هو خاصية مميزة للإنسان . يوجد شعر خاص على حواجب العين وجفونها (رموش) ، وقنوات الأذن الخارجية ، وفوهات الأنف . في الأماكن الأخرى من الجسم يوجد شعر قليل . ولا يوجد الشعر على الشفتين ، وأخمص القدم ، والكف ، والسطح الخارجى للمقلة الطرفية للأصابع ، وأجزاء من الأعضاء التناسلية الخارجية .

يُغطى الجنين في أسبوعه العشرين تقريباً بشعر رخو ناعم (العقة) يفقد قبل أو عند الولادة . ويكون عادة للمولود الحديث شعر رأس دافئ يمكن أن يتغير لونه بعد ذلك . يكون شعر الجسم قليلاً أثناء الطفولة ولكنه يبدأ في النمو عند البلوغ (١٤ - سنة) ، وخاصة في إبط الأذرع ومنطقة العانة . وعندما يصبح الأولاد رجالاً يظهر شعر اللحية والصدر . ويميز شعر الوجه الكثيف الذكور بعد البلوغ . ولكن الإناث بهن كميات قليلة مختلفة .

بعد فترة من الحياة يصبح الشعر رمادياً ثم أيضاً نتيجة لفشل حملات الشعرة في إنتاج الصبغ ، ولكن لا تتحول الشعرة إلى اللون الأبيض في ليلة واحدة ، رغم الاعتقاد السائد . يخف شعر الرأس عادة مع تقدم العمر ، وتنشأ نماذج معينة ، تؤدي إلى تغير شعر الرأس واللحية إلى اللون الرمادي ، وإلى الصلع في الرجال وربما يرجع ذلك لتغيرات وراثية ، أو لتغيرات مرضية ، والصلع يمكن أن ينتقل بواسطة الإناث ولكنه قليلاً ما يظهر عليهن . ويختلف شعر الإنسان باختلاف السلالات ، فهو أسود مسترسل في الشرقيين والهنود الأمريكيين ، ومجعد في الزنوج ، ومائل إلى الصفر في الاسكندنافيين ، ويختلف الشعر في القطاع العرضي فهي مستديرة تقريباً في المونغوليون ، وبيضية في الهوتون توتس (سلالة من جنوب أفريقيا) ذوى الشعر المجعد .

٢٨ - ٥ الهيكل والأسنان

القرنيوم صندوق مستدير عظمي . اللقمتان القفويتان على الناحية البطنية لتلائما مع اعتدال القامة ، صندوق الدماغ كبير ، المنطقة الأنفية قصيرة ، والفك السفلي على شكل حرف U أكثر من حرف V . تكبير الجمجمة في الحجم حتى السنة السابعة ، ثم تكبير مرة ثانية عند البلوغ ، قد يتأخر الإلتحام التام للتدريزات حتى سن الشبوغعة (شكل ٢٨ - ١) .

تشابه أسنان الإنسان أكثر من الثدييات الأخرى ، كما تتساوى تقريباً في الإرتفاع . عدد الأسنان الأولى أو أسنان اللبن ٢٠ ، وأسنان الإنسان البالغ أو الأسنان الدائمة من ٢٨ - ٣٢ ، يتوقف هذا العدد على عدد الضروس الثالثة (أسنان العقل) التي تظهر ، وأسنان العقل غير منتظمة في وقت وطريقة بزورها (جدول ٢٨ - ١) .

جدول ٢٨ - ١ : متوسط العمر لزوغ ولقدان الأسنان في الإنسان

الأسنان الدائمة الزوغ ، بالسنين	الأسنان اللبن	الزوغ بالأشهر	السقوط بالسنين	الطوبى	السفل
٨ - ٧	٨ - ٧	٧	٧	٨ - ٧	٨ - ٧
٩ - ٨	٩ - ٧	٨	٨	٨ - ٧	٩ - ٨
١٣ - ١٢	١٣ - ١٢	١٠	١٠	١٣ - ١٢	١٣ - ١٢
١١ - ١٠	١١ - ٨	١٠	١٠	١١ - ٨	١١ - ١٠
١٧ - ١١	١٧ - ١١	١٢ - ١١	١٢ - ١١	١٧ - ١١	١٧ - ١١
٧ - ٦	٧ - ٦			٧ - ٦	٧ - ٦
١٦ - ١٤	١٤ - ١٢	لا يوجد		١٤ - ١٢	١٦ - ١٤
٢٠ - ١٦	٢٠ - ١٧			٢٠ - ١٧	٢٠ - ١٦
٣٢	٢٨	٢٠		—	٣٢

٢٨ - ٦ الجهاز العضلي

تشابه كثيراً عضلات الإنسان (٥٠٠ أو أكثر) مع عضلات الثدييات الأخرى ، وترجع الاختلافات بينها إلى القامة المعتلة للإنسان ، وإلى دعامة الجسم ، وإلى المشي على الأطراف « الخلفية » ، وإلى الطواعة الكبيرة في الأذرع ، والأيادي ، والأصابع . وعضلات الوجه من الصفات التي لها أهمية خاصة فهي تمكنه من التعبير عن السرور ، والغضب ، والحالات العاطفية

الأخرى . وأعظم تكوين لهذه العضلات يوجد في الإنسان الرئيسيات الأخرى . الوجه قناع ثابت في كل الفقاريات التي توجد في مرتبة أقل من الثدييات .

٢٨ - ٧ الأعضاء الداخلية

تُدعم الأعضاء الموجودة في تجويف البطن بواسطة المساريق المتصلة بالجدار الخلفي ، وقعدة كبيرة (الثرب الكبير) تتدل بين الأمعاء والجدار الداخلي الأمامي للبطن ، وتتكون من ٤ طبقات من البريتون وتحوى على رواسب دهنية تستخدم كوسادة للأعضاء الداخلية ونعمها من فقدان الحرارة .

٢٨ - ٨ الجهاز العصبي

دماغ الإنسان (شكل ٩ - ٣) كبير نسبيا ينمو فيه نصفا الكرة المخيان (المادة الرمادية) إلى درجة كبيرة ، ويكون سطحهما ملتو جدا ، ويمتدان فوق الأجزاء الأخرى من الدماغ .

يصل متوسط وزن الدماغ في الأنثى إلى ١٢٥٠ جرام ، وفي الذكر إلى ١٣٥٠ جرام ، وحجمه ١٢٠٠ - ١٥٠٠ سم^٣ . الارتباط بين حجم الدماغ والقدرة الذهنية ليس وثيقا . يتفوق دماغ الإنسان بدرجة كبيرة على أدمغة الحيوانات الأخرى في الحجم .

وفي القدرات الوظيفية ، فنجد أن وزن الدماغ في عينات متساوية الوزن تقريبا من الكلب والغوريلا والإنسان هي كالتالي ١٣٥ جم للكلب ، ٤٣٠ جم للغوريلا ، و ١٣٥٠ جم للإنسان .

تاريخ طبيعي

٢٨ - ٩ التوزيع والإعداد

يقطن الإنسان مساحة جغرافية أوسع من أى حيوان آخر ، فيمتد من القطب المتجمد إلى الجزء الذى يقع وراء القارات الجنوبية ، ومن مستوى سطح البحر حتى أكثر من ٢٠٠٠٠ قدم (٦٠٠٠ مترا) في بعض المناطق الجبلية ، ومن الغابات الاستوائية الرطبة إلى الصحارى الجافة جدا . يختلف سكان هذه البيئات المختلفة في القوام ، والصورة ، واللون ، وطريقة الحياة ، والغذاء ، والسكن المستخدم ، وفي التنظيم الاجتماعى والمعدات .

التعداد الكلى للإنسان غير معروف ، ففى ١٩٧٠ قدر بنحو ٣٦٥٩ مليوناً . وتعداد العالم المستمر يشير إلى زيادة بمعدل ٧٠ مليون تقريبا في كل سنة . وعلى ذلك فإن العدد الكلى سوف يتضاعف في نهاية هذا القرن . وقد ازداد التعداد إلى ٧ أمثال في الثلاثة قرون الماضية وذلك لتحسن سبل الزراعة ، وتوفر الصحة العامة ، ولوجود الأدوية الحديثة .

يعتمد التعداد النهائى لأى منطقة على خصوبة التربة ، ويعتمد في المناطق القاحلة على الماء المتاح للرى . في آسيا الصغرى ، وشمال أفريقيا وأجزاء من الولايات المتحدة قل التعداد وذلك بسبب

استنزاف خصوبة التربة ، وفقدان قشرة التربة بالتآكل ، وزيادة الجفاف .



شكل ٢٨ - ١ : الصيوات التي تحدث في حدود وشكل الفك السفلي للإنسان مع السن (محورة عن هاتيزمان)

٢٨ - ١٠ العوامل التي تنظم تعداد الإنسان

يتفوق الإنسان على الحيوانات الأخرى في كونه قادر على تنظيم بيئته إلى درجة ما بواسطة (١) إنتاج الغذاء (الزراعة) وتخزينه (مخازن السلع ، تعبيل ، تبريد) استعدادا للنقص الذي يحدث في بعض المواسم وخوفاً من العطب ، (٢) تحسين المأوى للإنسان البالغ وللأطفال منعاً للطقس غير الملائم وضد الأعداء (إسكان ، وقاية من الفيضانات ، حماية بوليسية ، دفاع قومي) ، (٣) إبادة الأعداء من الحيوانات (الذئاب ، الفئران ، الجرذان ، والحشرات المنزلية) ، (٤) تقليص المنافسة من الحيوانات الأخرى (بحماية المحاصيل والدواجن ، إبادة الأنواع التي تهاجم الغذاء ، والمحاصيل ، والدواجن المستأنسة) ، و (٥) الحد من الأمراض التي تهاجم الإنسان [البحث الصحي ، والتحصين (ماعة)] . وبهذه الوسائل ، أمكن للإنسان الحديث في الدول المتحضرة أن يزداد عدده إلى ما فوق التعداد المقرر مسبقاً .

تُختزل أعداد البشر بواسطة عوامل متعددة ، بعضها يمكن مقارنته بتلك التي تؤثر على الحيوانات البرية ، وهذه تضم (١) نقص الغذاء أو المجاعة الناتجة عن قصور المحصول الناتج عن طقس غير ملائم ، وخاصة في الأقطار كثيفة السكان مثل الصين والهند حيث ضالة غزور الغذاء أو عدم عدالة توزيعه ، قد يؤدي سوء التغذية (الغذاء غير المناسب) إلى أضرار طبيعية تؤدي إلى المرض والوفاة ، (٢) المسكن غير الملائم وخاصة أثناء الشتاء القارس بعيداً عن المناطق الإستوائية ، (٣) كوارث الطبيعة وتضم الفيضانات ، والأعاصير ، وثوران البراكين ، الخ ، (٤) الأعداء مثل الثدييات المفترسة الكبيرة (الأسد ، والفحم) ، والثعابين السامة ، التي تتسبب في الوفاة في المناطق غير

المتحضرة ، (٥) الحرب وهو صورة للمنافسة بين الناس أو الدول على الأرض ، والمصادر الطبيعية ، وطرق التجارة ، أو مظاهر أخرى مرغوبة لبيئة الإنسان ، وقد كانت الحرب والرق ، ولمدة طويلة ، من أكبر العوامل التي تؤدي إلى نقص السكان ، و (٦) المرض ، غير المراقب ، كما يوجد بين الشعوب البدائية ، والنتائج عن الإهمال كما هو شائع بين الشعوب المتعدنية ، أو غير المقاوم كالأنفلونزا الوبائية . وغالبا ما يكون المرض من أكبر العوامل في إقلال عدد السكان .

عندما يكون كثير من الأمراض تحت مراقبة أجهزة الصحة العامة كما في الدول المتحضرة ، تقل الوفيات أثناء الطفولة أو الحياة المبكرة نتيجة للمرض . ونسبيا يموت أناس كثيرون من الأمراض التي تصيبهم في حياتهم المتأخرة أو من الشيخوخة .

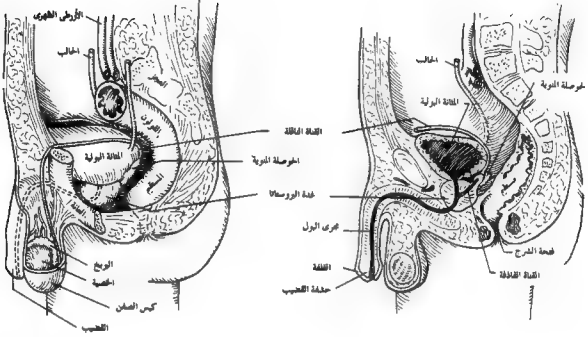
٢٨ - ١١ التكاثر

أثناء طفولة الإنسان تكون المظاهر المرتبطة بالجنس غير متكونة . عند سن ١٤ (١٠ - ١٧) سنة تحدث تغيرات واضحة في اتجاه النضوج الجنسي والقدرة على الإنجاب . وتعرف هذه الفترة بفترة البلوغ ، وعندها تظهر تدريجيا الخصائص التي تميز بين الجنسين . في الذكر تبدأ اللحية وشعر الجسم في النمو ، وتوسع الأكتاف ، ويصبح الصوت عميق الطبقات ، ويحدث إهتمام أكبر بالجنس الآخر . في الإناث تكبر الغدد الثديية وأعلى الفخذ ، ويطرسب الدهن تحت الجلد ويبدأ جهاز التناسل في سلسلة من التغيرات الدورية ، ويصبح إهتمام الشباب بهن شيئا هاما له . تراول الإناث الصحيحات منذ البلوغ فصاعداً العادة المتكررة في إنزال الدم ، والمخاط والخلايا الطلائية من بطانة الرحم وتسمى دورة الحيض الشهرية ، وتحدث هذه العادة كل ٢٨ يوم في المتوسط (شهر قمرى) وتستمر ٤ أو ٥ أيام . وتنظم دورة الحيض إفرازات الغدد الصماء (الجونادوتروبين من الغدة النخامية ، والإستروجين والبروجسترون من المبيض) وبعد الرحم لزراع البويضة . وتتوقف دورة الحيض عادة أثناء الحمل والرضاعة وتنتهى إذا أزيلت المبايض . تنتهى دورة الحيض تدريجيا عند عمر ٤٥ - ٥٠ ، وتوقفها (سن اليأس) يحدد نهاية القدرة على الإنجاب . وهذا التغير في الحياة يعتبر فترة ضيق فسيولوجى وعاطفى لكثير من النساء . لا توجد دورة جنسية مطابقة في الذكر .

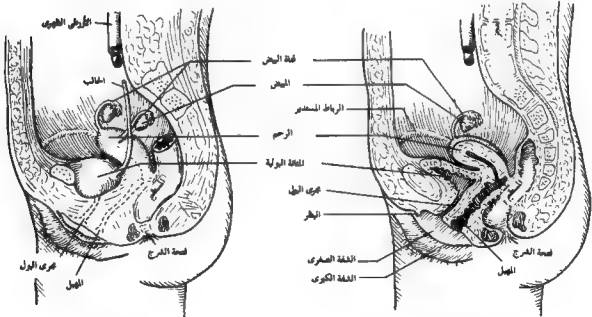
يحتوى كل مبيض في الأنثى الصغيرة على عدة آلاف من البويضات غير الناضجة ، وتقل الأعداد كلما تقدم العمر : تطلق بويضة واحدة كبيرة (أحيانا أكثر) ، بعد كل دورة حيض بعدة أيام ، تمر في قناة البيض إلى أسفل ، ويمكن أن يصل عدد البويضات في مجموعه إلى ٤٠٠ خلال حياة امرأة عادية .

حملت قلة من الإناث غير العاديات أطفالاً وهن في سن ٨ أو ٩ سنوات فقط ، ولكنه عادة يوجد وقت بعد أن تبدأ دورة الحيض وقبل أن يبدأ الحمل في أى عدد معقول من النساء الصغيرات . في السلالة البيضاء التي تقطن المرتفعات الشمالية الدافئة عامة تكون ولادة أول طفل في حوالى سن العشرين ويختلف الوقت الذى عنده يصبح الرجل الصغير قادراً على الإخصاب ، كما يختلف وقت التوقف عن القدرة ، ولكن بعض الرجال قد أصبحوا آباءاً في سن متقدمة .

إذا حدث ، نتيجة لقاء جنسى ، أن أخصبت بويضة في أنثى ، فإنها تزرع في مخاطية الرحم ،



شكل ٢٨ - ٢ : الجهاز البولي التناسلي في الذكر (الإنسان) . إلى اليسار ، المنطور . إلى اليمين : قطاع ووسطى .

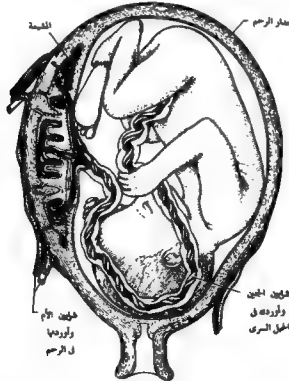


شكل ٢٨ - ٣ : الجهاز البولي التناسلي في أنثى الإنسان . إلى اليسار : المنطور . إلى اليمين : قطاع ووسطى .

وتبدأ في التكوين الجنيني وتحاط بالأغشية الجنينية . وبعد فترة قصيرة تتكون المشيمة وعن طريقها تتلصق دورتا الأم والجنين لنقل الغذاء وللخلاص من المنتجات المختلفة وللتنفس (شكل ٢٨ - ٤) . ويحتاج جنين الإنسان نحو ٢٨٠ (٢٤٣ - ٢٩٨) يوما من بداية الحمل حتى الولادة . في معظم الحالات يُنجب طفل واحد . تنتج التوائم مرة في كل ٩٥ ولادة ، وينتج ثلاثة أطفال في الولادة الواحدة مرة كل ٩٩٠٠ ولادة ، وأربعة مرة كل ٦٠٠٠٠ ولادة . بعض العائلات تنتج نسبة مرتفعة من التوائم . وتوجد ٥٠ حالة معروفة تم في كل منها وضع ٥ توائم ، ولكن نادرا ما يعيشون جميعا . وحديثا أدى استخدام أدوية الخصوبة إلى زيادة عدد التوائم . ويزن الطفل في المتوسط نحو ٧ أرطال (٣,٢٥ كيلو جراما) عند الولادة ولكنه يمكن أن يزن أقل من ٥ أرطال وأزيد من ١٣ رطلا (٢,٣ - ٥,٩ كيلو جراما)

٢٨ - ١٢ النسبة الجنسية

تكون النسبة عند الولادة نحو ١٠٥ - ١٠٦ ذكورا لكل ١٠٠ إناثا ، كما يوجد عدم تناسب أكثر قبل الولادة . ونسبة الوفيات تكون أعلى في الذكور ، قبل الولادة وخلال الأعوام الأولى من الحياة ، للدرجة أنه من سن ٤٠ - ٨٠ تتفوق النساء في العدد على الرجال .



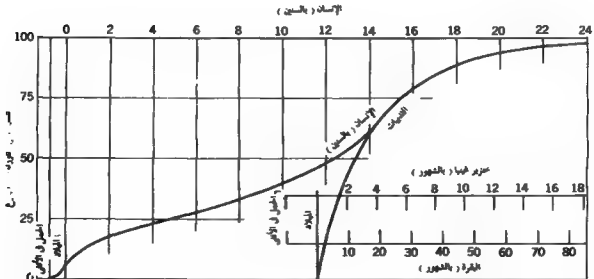
شكل ٢٨ - ٤ : قطاع في رحم إنسان به جنين متصل بالمشيمة بواسطة الحبل السري . دورة الأم المدعومة مشار إليها بخطوط المنقطعة ، ودورة الجنين بخطوط المسطرة . (محور عن أمفيلد وسباتر .)

٢٨ - ١٣ النمو

الإنسان الفرد له أطول مدة تكوين بعد الولادة عن أى مخلوق حي ، ويختلف منحني نموه (العمر/الوزن) من ناحية الكم والكيف عن منحنيات الحيوانات الأخرى (شكل ٢٨ - ٥) . يمكن التعرف على خمسة أطوار : (١) قبل الولادة ، ٩ شهور ، (٢) الرضاعة من الولادة حتى ١٠ أشهر ، (٣) الطفولة المبكرة من ١٠ أشهر حتى ٤ أو ٥ سنوات ، (٤) الحدث (الصبي) ، من ٤ أو ٥ سنوات حتى حوالى ١٤ سنة ، وقت البلوغ ، و (٥) المراهقة وبعد المراهقة من ١٤ إلى ٢٠ أو ٢٢ سنة . يحدث النمو السريع في فترتي ما قبل الولادة والبلوغ ، ويتأخر في طورى الأحداث وما بعد المراهقة . يضاف قليل أو لا شيء من النسيج الحلي بعد فترة ما بعد المراهقة . وأى زيادة في الوزن بعد ذلك تنتج أساسا من إضافة الدهن وجفاف الأنسجة ، ومن إضافة معادن إلى العظم . وفترة البلوغ طويلة ، حوالى ١٠ سنوات ، وهى أكبر خاصية مميزة للإنسان .

٢٨ - ١٤ طول الحياة

أقصى حد للحياة هو فترة البقاء ، وهى حوالى ١٠٠ سنة للإنسان ، أماما يمكن عن أشخاص عاشوا بصحة جيدة بعد سن المائة يجب التأكد منه بعناية . لم تتغير فترة بقاء الإنسان ماديا ، متوسط عمر ٥٢ شخصا من علاة الإغريق والرومانيين القدماء ، عند الوفاة ، هو ٦٧ سنة وهو تقريبا نفس عمر الأشخاص الذين يشبهونهم اليوم . القول المأثور عن التوراة : ثلاث سنين أهداف وعشرة لا يزال يعتبر قيمة تقريبية مناسبة .



شكل ٢٨ - ٥ : مقارنة بين منحنيات النمو في الوزن بين الإنسان والشمبانزي (عذير هبيا والبقرة)

متوسط طول الحياة هو متوسط عدد السنوات التي يعيشها كل الأشخاص الذين ولدوا في فترة معينة . وهي أقصر في الشعوب البدائية ومواطني الخط الاستوائي . في الشعوب البيضاء التي تقطن المناطق الباردة الشمالية ، زاد متوسط طول الحياة في القرن العشرين ، مع الرعاية الصحية المتحسنة ، والحد من الأمراض المتقلة ، والجراحة الصائبة ، والتغذية الحسنة . للأشخاص البيض في الولايات المتحدة كان المتوسط ٤٧,٦ سنة في سنة ١٩٠٠ ، وفي ١٩٢٠ ، ٥٤,٩ سنة ، وفي ١٩٣٦ ، ٦٠,١٨ للسوداء ، وللذكور ٦٤,٣٦ للإناث ، وفي ١٩٦٥ ، ٦٦,٧ للذكور و ٧٣,٨ للإناث ، ونتيجة لزيادة متوسط طول الحياة . أصبح الناس عامة من المعمرين .

في مصر وروما القديمتين متوسط طول الحياة المتوقع كان لا يزيد عن ٣٠ سنة خلال الخمس سنوات الأولى ، بينما في الولايات المتحدة هو الآن أكثر من ٦٠ سنة ، نتيجة لتقلص عدد الوفيات في الأطفال ، ولعوامل أخرى ذكرت قبل ذلك .

إنسان ما قبل التاريخ

يهتم علم الأجناس بدراسة الإنسان الحي ، وإنسان ما قبل التاريخ والإنسان الحفري ، بينما يهتم علم الآثار بالمجازات الإنسان وأعماله .

٢٨ - ١٥ المصادر

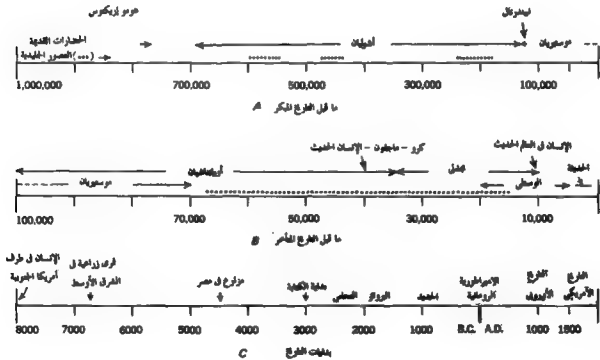
بقايا الإنسان المبكر تضم عدداً محدوداً من الجماجم ، غالباً جزئية ، وبعض العظام الأخرى . ولكن بعد أن تعلم الناس دفن الموتى بعد فترة كبيرة من الزمن أمكن الحصول على هياكل وجماجم عديدة وكاملة . أعمال إنسان ما قبل التاريخ قد أمدته بكثير من المواد التي أتاحت للدارسين استنتاج طريقة حياته وأنشطته . وقد بدأت صناعة بعض الأدوات من الحجارة بواسطة قرد استراليا الشبيه بالإنسان (الأوسترالوبيثيكوس) منذ ٣ ملايين سنة على الأقل، وقد استمرت صناعة بعض العدد المستخدمة في الأزمان التاريخية بواسطة إنسان أحياء . كثير من هذه العدد وجدت على سطح الأرض وأخرى تحت السطح مع المواقع القديمة ، وبقايا هيكلية ، وأطلال أماكن المساكن والمجماعات . ومن التغيرات في أنواع العدد مع مرور الزمن أمكن لطعام الأجناس القديمة وعلماء الآثار وضع تتابع لأطوار حضارية (الحجري القديم ، إلخ .) وأنواع من الثقافات (آيولية ... ماجدلينية) كدليل لوضع العدد المتحفظ عليها من أماكن مختلفة (شكل ٢٨ - ٦) .

أوضح التنقيب عن مساكن ما قبل التاريخ من الكهوف الأوروبية والمآوى الصخرية التي كانت تُسكن خلال العصر الجليدي الأخير وحتى المجتمعات المستقرة في الشرق الأوسط ، والهند ، والصين ، كثيراً من بدايات الحضارة . يَبْتَدِءُ بعض مواقع العالم القديم تابعا عمودياً للمدن ، كل مدينة بنيت على آثار الأسلاف وذلك خلال عدة آلاف سنة . وبدايات إنتاج الغذاء ، والكتابة ، والرياضيات ، وممارسة الأديان قد حُدد تاريخها بواسطة كربون ١٤ ، وطرق أخرى . في العالم الحديث وجدت سجلات قصيرة ، والمعدات والمناطق التي احتلها الإنسان أقل بكثير ، والجماجم والهياكل الأولى (المبكرة) نادرة . تتقدم المعرفة بإنسان ما قبل التاريخ بسرعة وذلك لزيادة عدد الباحثين المبرزين الذين يذهبون لحقول البحث يحفرون ويعودون لدراسة وتفسير ما يجلبونه .

٢٨ - ١٦ سجل الحفريات وتحت الحفريات

بداية الرئيسيات، من العهد الباليوسيني ، وشبهات الإنسان الصغيرة الأولى (بارا بيثيكوس ، بروبليونيكيوس ، اجيونيكيوس) ممثلة بواسطة فكوك ، وجحاجم ، وعظام الأطراف من عهد الأوليجوسين في مصر . وخلال الميوسين أوضحت حفريات شبهات الإنسان من أفريقيا وأوروبا تشبهاً ملحوظاً ، بعضهم (بروكونسول) ساروا في اتجاه شبهات الإنسان العليا ، وآخرون كان لهم صفات إنسان ما قبل التاريخ في الوجه والفكوك ، والأسنان ، والأطراف . كان الدريويثيكوس في حجم الشمبانزى وموقعه عند نقطة التشعب . ويمكن أن يوضع الراما بيثيكوس ، وهو من الرئيسيات شبهات الإنسان ، على الخط المباشر المؤدى للإنسان .

بالعرض للأسلاف الأولى للإنسان ، يميل بعض علماء الأجناس إلى إطلاق جنس جديد ونوع جديد لكل عينة يكشفونها . (ومثل هذا الاتجاه كان سائداً قديماً في تصنيف الحيوان) . باحثون آخرون يستخدمون التجمعات الكبيرة وبأسماء أقل ، مما يسهل فهم الصلات بين هذه العينات ، وهذا النموذج هو المتبع هنا . مكان ووقت ظهور الإنسان الحديث ، هو ما سيبرز ، لأول مرة ،



شكل ٢٨ - ٦ : مقاييس الوقت في تاريخ الإنسان . عدد السنين في أ ، ب تقريبي ومحسوب على ما قبل الوقت الحالي (p) . أنواع الحضارة موصوفة لغرب أوروبا ، الحدود غير أكيدة إلى حد ما . حل المحوم أرييكوس الذي ظهر منه مليون سنة تقريباً محل الأوسترالوبيثيكوس بحضارة الأولدوان التي استعملت فيها عدداً من الحجر الخام .

وطريق دخوله إلى أوروبا ، موضوعات قابلة للجدل . فقد قدر لرجل نيندرتال أن يكون قد ظهر منذ ١٠٠,٠٠٠ سنة تقريباً . وقد وجدت بكثرة هياكل لأشكال حديثة ، من زمن متأخر لعصر ما قبل التاريخ ، من غرب أوروبا وشمال أفريقيا إلى ما بين النهرين (العراق) . الاكتشافات الحديثة سوف تخور وتحسن أفكارنا عن تطور الإنسان والأشكال الأساسية المسجلة الآن (شكل ٢٨ - ٧) هي كما يلي :

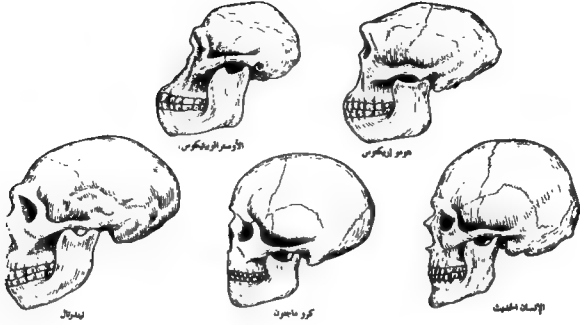
أوسترالوبيثيس : هذه الأنواع كانت في جنوب أفريقيا ، وشرق أفريقيا الإستوائية ، وجاوا (٤) الأوسترالوبيثيكوس الأفريقي ، منذ ٣ ملايين إلى مليون من السنين ، طوله تقريباً ٥ أقدام (١,٥ متراً) ، ووزنه ٦٠ - ٧٠ رطلاً (٢٧ - ٣٢ كيلو جرام) ، كان رقيقاً ورشيقاً ، تطور بسرعة إلى أشكال إنسانية متزايدة ، وأكبر حجماً . وقد استخدم هذا الإنسان عدداً بسيطة من الحجر ، وربما من العظم والخشب . والأوسترالوبيثيكوس روبوستوس (بارانثروبوس) ظهر منذ ٣ ملايين سنة حتى ١ مليون سنة ، وقد تداخل مع الأوسترالوبيثيكوس الأفريقي . وهذا النوع لم يكن على الخط المباشر لتطور الإنسان ، وكان طوله ٥ أقدام تقريباً (١,٥ متر) ، ووزنه ١٣٠ - ١٥٠ رطلاً (٥٩ - ٦٨ كيلو جراماً) ، وكان يشبه الغوريلا ، ربما كان يعيش على المفصل بين سلاميات الأصابع والعظام المشطية ، وكان نباتياً ، وربما استخدم العدد . تعبر قليلاً ثم اختفى بظهور هومو إريكثوس . وقد يكون الهومو هايبليس نوعاً إنتقالياً بين الأوسترالوبيثيكوس الأفريقي والهومو إريكثوس .

هومو إريكثوس

استمر من مليون سنة حتى ١٠٠,٠٠٠ سنة . معظم الحفريات عمرها ١ مليون سنة تقريباً . ويحتمل أن يكون هومو إريكثوس هو سلف هومو ساينز . وكان يقطن أوروبا ، وجنوب شرق آسيا وأفريقيا ، نحو ٥ أقدام (١,٥ متراً) طولاً ، وكانت أرجله رشيقة ويمشي بطريقة أحسن من الأوسترالوبيثيس ، وله مخ أكبر وحجمه ٧٧٥ - ١٣٠٠ سم^٣ (هوموساينز ، ١٢٠٠ - ١٥٠٠ سم^٣) . ويضم هومو إريكثوس إنسان حاوا الرائي (بيثيكانثروبوس (بيثيكانثروبوس) و إنسان بكين الأسود (بيثيكانثروبوس بيكينتريس) . وكانت العدد أكثر إتقاناً من تلك التي كان يستخدمها الأوسترالوبيثيسز وتضمنت البلطات اليدوية ، وقد أوضحت المواقع والعظام المحروقة استخدامه للنار ، وهناك دلالة على الصيد الجماعي وعلى التشتت نتيجة للفرع أثناء الصيد . ويحتمل أنهم كانوا يذهبون للصيد ثم يعودون إلى مواقعهم الثابتة . وقد صادوا الفيلان ، والحصان ، والخرتيت ، والفيل ، وتشير بعض الحماجم المهشمة إلى أنهم كانوا يأكلون لحوم نفس نوعهم .

هوموساينز

هذا هو إنسان نيندرتال من أواخر عهد بليستوسين قبل وأثناء العهد الجليدي الأخير ، منذ حوالي ١٠٠,٠٠٠ - ٣٥,٠٠٠ سنة ، الذي اختفى فجأة من سجل الحفريات . وقد عاش من



شكل ٢٨ - ٧ : هاجم أنواع وسلالات من إنسان ما قبل التاريخ . إلى أعلى أوسترالوبيثيكوس وهومو إريكتوس ، ولما موعان جزيا . إلى أسفل . سلالات متتابعة من هومو ساينز . (عن مراجع كثيرة)

تركستان وإيران حتى غرب أوروبا وشمال أفريقيا ، ووجدت أشكال مشابهة في جنوب آسيا (إنسان سولو) وجنوب إفريقيا (إنسان روديسيا) ، كان هومو ساينز موجودا في أوروبا منذ ٧٥٠٠٠ سنة . كان طول الرجل نحو ٥ - ٥,٥ قدما (١,٥ - ١,٧ مترا) وكانت الأثني أقصر من الرجل . كان مكتنزا ثقيل العظم قويا ، وكانت أصابع اليد والقدم قصيرة ، له حجم ضخم وليست طويلة ، سطحها منبسطة ، وبارز الحاجبين ، كانت خصائصه أقصى ما يكون في غرب أوروبا قرب النهاية المسجلة لاستيطانه فيها . وفي شرق موطنهم كانوا أكثر طولاً ، وأقل قوة ، وجمجمتهم أقل ضخامة . يمكن أن يكون الإنسان الحديث قد نشأ من هذا النموذج الشرقي . وقد استخدموا العدد بكثرة (الحضارة المستوية) . وأكلوا القوارض ، والغزلان ، والحصان ، وأيل الرنة ، والشمسة ، والوعول ، وهناك دلالة على أنهم كانوا يأكلون نفس نوعهم . استخدموا النار ، ولبسوا ملابس جلدية ، وعاشوا في الكهوف وفي الغلاء . وقدموا العلامات الأولى للدراسة الاجتماعية والدينية (العقائدية) ، كانوا يذنون الموتى ، في وضع النوم ، مع الطعام والعدد ، وتدل أدواتهم المزخرفة على ظهور الإحساس بالجمال .

هومو ساينز ساينز

هذا هو إنسان كرومانجون ، ظهر منذ ٣٧,٠٠٠ سنة تقريبا قبل الوقت الحاضر وعاش حتى ١٥٠٠٠ سنة قبل الوقت الحاضر . وكان واسع الانتشار في أوروبا وآسيا ، وإفريقيا . وتأني معظم

المعلومات عنه من غرب أوروبا . كان طول الرجل ٥ أقدام و ١٠ بوصات تقريبا (١,٨ مترا) وله وجه حديث قوى ، وضيود الجواجب غير بارزة ، وعيون كبيرة ، وذقن واضح ، وأنف له قسبة مرتفعة ، قفا مستدير ، ودماغ له حجم عسرى . العمد متقدمة ، تحتوى على أدوات حجرية مصقولة وعظام منحوتة . كانت ملابسهم من الجلد . استخدموا النار . تقدم إحساسهم بالجمال وبالأديان ، وقد نقشوا كهوفهم بالألوان ، وكانت النقوش غالبا لحيوانات الصيد ، وكانت قاصرة على أماكن ربما كانت مقدسة ، كما كان هناك فن النحت (تماثيل للنساء) ، وهناك دلالة على معرفتهم بالشعارات (أو الرموز) ، والمهرمات ، والسحر ، وربما أكل بعضهم البعض كطفوس . دب الكهوف كان مهابا . فاصطادوا الحصان ، والرنه ، والمزال ، والوعول ، والبيسون ، والماشية البرية ، والخزيت الوبرى ، والماموث ، وكان لهم بدايات الحياة المستقرة .

٢٨ - ١٧ الإنسان الحديث (العصرى)

بعد العصر الحجري القديم ، كانت هناك فترة قصيرة سميت بالعصر الحجرى الأوسط وكان به عِدُّ صوانية صخرة (شكل ٢٨ - ٦) ، ويزوال العصر الحليدى بدأ العصر الحجري الحديث وفيه كانت المعدات الحجرية تهذب وبعضها كان يصقل ، ومع الوقت بدأ الناس بزراعة الحبوب . وترتية الدواجن ، وأصبحوا منتجين للغذاء لاجامعهم له . صنعوا الفخار والخزف ، وتعلموا نسج الأقمشة وتشبيد المساكن . وأن يعيشوا فى مجتمعات منظمة . وبعده جاءت عصور النحاس ، والبرونز ثم الحديد . وقد بدأت كتابة التاريخ فى أرمان مختلفة وفى مناطق مختلفة من الشرق الأوسط ، ومصر وأوروبا وآسيا . ثم تقدم الإنسان إلى عصر الصلب ثم السبائك المعدنية والبلاستيك فى الوقت الحاضر .

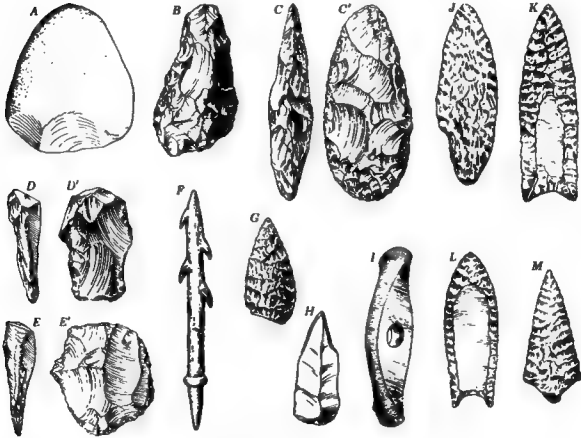
٢٨ - ١٨ المأوى (السكن)

تعيش القردة العليا شبيهات الإنسان فى الغابات الاستوائية وحاجتها إلى مأوى تكون قليلة ، فهم على أكثر تقدير يقيمون عشوشا غير منسقة من أوراق وأغصان الشجر . والإنسان كفاطن منذ مدة طويلة للأرض فى المناطق الاستوائية وما بعدها يحتاج لحماية ضد الطقس والأعداء . خلال العصر الجليدى عاش الإنسان المبكر فى أوروبا فى الكهوف الطبيعية . الصيادون من هنود السهول فى شمال أمريكا كانوا يصيدون الجاموس وحيوانات الصيد الأخرى ، أقاموا مساكن مخروطية (التبية) من جلود الحيوان مثبتة على ركائز . وأقدم مساكن ثابتة للإنسان كانت فى مصر وصنعت من ضفائر من الأغصان اللينة ، وقد استخدم الطوب التنى (الطوب المجفف بالشمس) بعد ذلك فى أقطار شرق البحر المتوسط وفى قرى الهنود الحمر فى جنوب غرب أمريكا . كما استخدمت الحجارة الحشنة (غير مصقولة) لأول مرة فى بناء مقابر للموتى فى منطقة البحر المتوسط ، وفى إنجلترا واسكتلندا . واستخدم الحجر المزخرف فى المباني بعد اكتشاف النحاس وتقدم العدد لتشكيل الحجر . وقد شيدت المنازل الخشبية فى الغابات بواسطة أهل الدانوب الذين تنقلوا على شاطئ النهر منذ ٢٦٠٠ سنة قبل الميلاد ومثل هذه المنازل أقامها هنود شمال غرب الياسفيك واستمر الإنسان فى استخدام كل هذه المواد وكان يحسن فى أعماله الخشبية والحجرية بابتكار عدد من الحديد والصلب وأضيفت

الخرسانة (مع تقويتها) والحديد والصلب في القرن الماضي .

٢٨ - ١٩ الغذاء

كان الإنسان أولاً حامئاً للغذاء ، فإما أن يصيد الحيوانات البرية ليستفيد بلحمها ونخاعها (مستخدماً الخلد كملبس) ، أو يجمع الجذور والحبوب والفواكه البرية . وبعد ذلك أصبح الإنسان



شكل ٢٨ - أ : بعض عدد إنسان ما قبل التاريخ . ليست كلها بقياس رسم واحد . العالم القديم (أ) عدة من العقيق ، جنوب أفريقيا . (ب) يقبل ذو الوجهين . (ج ، د) أنوليان ذو الوجهين ، الحافة والجانب . (د ، د) قشرة كلاكتونية ، الحافة والجانب . (هـ ، هـ) قشرة ليفالويسية ، الحافة والجانب . (و) السهم العظمى المجمل . (ز) ورقة شجر الفار السوليتورية . (ح) نهاية ساحقة (مقشرة) أوردنجيامية (ط) حجر مصقول من العصر الحديث يمثل رأس هلطة . فذائف العالم الحديث . (ي) سانديا . (ك) كلوكيس . (ل) فولسوم (م) جيسى الكهوف . (س أ - هـ) .

R.J. Braidwood, 1961, Prehistoric man, 5th, Chicago Natural History Museum;

Miles Burkitt, 1963, The Old Stone Age, 4th ed., Athenum Publishers;

J.M. Wormington, 1957, Ancient man in North America, 4th ed., Denver Museum of Natural History

عن
مؤر ح ع
مى - م ع

منتجا للغذاء ، عندما استأنس الحيوانات المنتجة للحوم ورباها في الأسر ، وزرع الحبوب وحاول أن يحصل منها على محاصيل أوفر . والإنتاج الواعي للغذاء هو وحده صفة للمجتمعات الإنسانية التالية . يوجد بين الحيوانات أنواع تنتج الغذاء بالغريزة ، مثل عدد قليل متخصص من النمل والنحل الأبيض الذى يرى الفطريات ، وبعض النمل الذى يوطن النمل على النباتات ليعىء النمل (الندوة الصلبة) للنمل .

استأنس الحيوانات لتوفير اللحم للغذاء ، والجلد للملبس ، والألياف للنسيج وإستخدام الحيوانات فى الجر والنقل ، قد بدأت منذ زمن بعيد . وإنسان العصر الحجري فى أوروبا بعد العصر الجليدى كان أول من استأنس الكلاب ، واستخدم الحصان فى النقل والماشية لإنتاج اللبن سجلت فى آسيا الصغرى ٣٠٠٠ سنة قبل الميلاد . وكانت الغنم والحمر متأنسة منذ ٦٠٠٠ قبل الميلاد فى إيران . جمع وزراعة حبوب القمح والشعير بدأت منذ زمن بعيد .

كما استخدمت مناجل من الخشب لها شفرات من الصوان ، وقد بدأ تخزين حبوب المحاصيل فى حفر فى مصر بين ٥٠٠٠ و ٤٠٠٠ سنة قبل الميلاد . والإنسان فقط هو الذى يستخدم الغذاء المطهو بين المخلوقات الحية جميعها .

٢٨ - ٢٠ الأدوات

إرتبط استخدام النار بإنسان بكن من أول عهد البليستوسين ، ثم بعد ذلك انتشر استخدامها بين الناس جميعا . وعرفت الحراش من العصر الحجري الأوسط . يمكن متابعة التطور فى العدد بوجود مجموعات متقدمة مع آثار الإنسان القديم حتى الوقت الحاضر (شكل ٢٨ - ٨) . فى الأول اخترعت الحجارة كعدد وكان لها شكل وحجم متناسين . ثم تبعها عدد بآلة كالمشط التى صنعها الإنسان المبكر والسترالوثيسين منذ حوالى ٢٠ مليون سنة تقريبا . ثم صنعت معدات خشنة من الصوان عن طريق تطاير الشظايا (أو الزوائد) بقذفها مع حجر آخر (طريق القرع ، العصر الحجري المبكر) . وكانت البلطة التى تشبه الوتد من العدد المبكرة ، ثم شكل الصوان بإتقان أكثر وذلك بتطاير القطيعات بالضغط مع قطعة من العظم أو الخشب أو قرن الأيل (طريقة الضغط ، أواخر العصر الحجري القديم) . ثم بعد ذلك صقلت هذه الأدوات بسحقها على حجر قاشط (معدات الصقل ، العصر الحجري الحديث) . فى أثناء ذلك قام إنسان ما قبل التاريخ بصناعة المشاقب ، والإبر ، وخطاطيف السمك (سنابر) من العظم أو قرن الأيل أو صدفه الرخويات . وأخيراً اكتشف النحاس الجبل وصهر وتحول إلى الحالة المعدنية بواسطة النار (نحو ٤٠٠٠ سنة قبل الميلاد) . وبالتسخين والطرق أصبح فى الإمكان تشكيله فى عدد تناسب أعمالاً معينة . ثم أضيف إلى النحاس كميات صغيرة من القصدير لإنتاج البرونز وهى سبيكة لها درجة انصهار أقل وبذلك يكون لها صلابة عالية وبذا تكون أنسب لصناعة المعدات ذى الشفرة (نحو ١٨٠٠ سنة قبل الميلاد) ثم تلى ذلك استرجاع الحديد بالإنصهار (زمن الرومان) ، وبعد مدة طويلة تم إنتاج الصلب بإضافة كمية صغيرة من الكربون إلى الحديد . السبائك الخاصة للصلب مع المعادن الأخرى التى وجدت فى منتصف القرن العشرين ما هى إلا تطور للخبرة القديمة .

إبتكارات الأزمان القديمة الأخرى والتي لها أهمية أساسية في التقدم الاجتماعي للإنسان هي (١) الرسم وقد كانت أولى الممارسات على جدران الكهوف بواسطة إنسان العصر الحجري القديم في فرنسا وأسبانيا ، (٢) التسجيل التصويري (الميروغليفي) الذي أدى إلى العلامات الصوتية والكتابة (مصر ، نحو ٣٥٠٠ سنة قبل الميلاد) ، (٣) حرق الطمي لإنتاج الفخار والخزف ، و (٤) أقراص الطمي وورق البردي التي حفظت عليها السجلات المكتوبة .

من ناحية الميكانيكا فإن عجلة عربة النقل (الكارو) وبعدها عجلة الماكينات ، والقوس في البناء بالحجارة كانت تقدماً هائلاً ، كما كان القارب والشرع للنقل في الماء . أدى تطور أجهزة الحساب والتقويم إلى وسائل لحساب حركات الأجرام السماوية ، وتحديد طول السنة ، وحجم الأرض ، الخ ، ومهد الطريق ببطء للأبحاث العلمية والمعرفة التكنيكية الموجودة في العصر الحاضر .

مراجعة

- ١ - بين موضع الإنسان في تصنيف عالم الحيوان .
- ٢ - في أى الصفات التركيبية والوظيفية يختلف الإنسان عن كل الفقاريات الأخرى ؟
- ٣ - ما هو الصغر الكبير في إمداد الإنسان بالغذاء الذى جعل المدنيات الحديثة ممكنة ؟ وكيف أثر ذلك على التوزيع الجغرافى للإنسان على الأرض وعلى التعداد الكلى له ؟
- ٤ - ما هى مظاهر النمو الموجودة في الإنسان والتي تختلف عنها في الحيوانات الأخرى ؟
- ٥ - ما هى التغيرات الخارجية التى تحدث أثناء النمو والتي يمكن اعتبارها صفات جنسية ثانوية ؟
- ٦ - كيف تختلف فترة بقاء الإنسان عن متوسط طول الحياة ؟ وهل تغيرت أى منهما تغيراً هاماً خلال الفترة المسجلة من التاريخ ؟
- ٧ - صف الحفريات المبكرة التى لها علاقة بالإنسان الحديث . هل كان المناخ مختلفاً خلال فترة من تاريخ الإنسان القديم ؟ وبأى طريقة ؟
- ٨ - ما هى الأدلة التى لدينا عن الإنسان القديم خلاف العظام الحفرية ؟ ما هى الحيوانات التى انقرضت الآن وكانت مرتبطة بالإنسان القديم ؟

الفصل التاسع وعشرون

الإنسان والبيئة

كان تعداد السكان في العالم $\frac{1}{2}$ بليون في أول القرن الثامن عشر ثم تضاعف هذا العدد في منتصف القرن التاسع عشر . وفي المائة سنة الماضية وصل التعداد إلى ٣,٥ بليون ، وهو يزيد بمعدل ٦٥ - ٧٠ مليون نسمة سنوياً . وإذا وصل إنتاج الطعام المستمر إلى أقصى طاقته فإنه يكون غير كاف حتى يحصل كل إنسان على غذائه المناسب . ويجري استنزاف الموارد الطبيعية بمعدل سريع كما أن نوعية البيئة في هبوط بسبب تلوث الأرض ، والهواء والماء ، واستنفاد المصادر .

قرر توماس ر . مالتوس (١٧٦٦ - ١٨٣٤) في مقاله عن مبادئ الجماعة (١٧٩٨) أن تعداد الإنسان يزداد بنسبة هندسية بينما يزداد الغذاء بنسبة حسابية ، أي أن وسائل الحياة تتدهور وستصبح غير مناسبة ما لم يُحد من زيادة السكان ، كما يحدث في حالات المجاعة ، والوباء ، أو الحرب . وبعد ذلك كتب قليل من الأشخاص الداركن عن أخطار زيادة الأعداد واستنزاف الموارد . وكان نصيب كتاباتهم التجاهل الشديد . ومنذ الحرب العالمية الثانية أكد كثير من المراقبين على أن الطريق الذي تسير عليه المدينة وهو طريق الدمار ، وحتى الآن يوجد قلق متزايد وأصبح علم البيئة أمراً شائعاً . ما هو مدى الضرر ؟ أين يتجه إقتصادنا ؟ ما هي التغيرات والإصلاحات الممكنة ؟ . المشاكل ليست كلها جديدة ، فبعضها بدأ منذ زمن بعيد ، ولكن كلها تضغط وتلج الآن . سيتبع هذه الفصل أصل بعض المشاكل وسيذكر الوسائل لتخفيفها .

٢٩ - ١ التعداد السكاني

خلاف ما هو موجود في معظم الحيوانات ، فلا توجد على الإنسان قيود موسمية في النشاط الجنسي أو ولادة الصغار . فقدرة الإنسان الجنسية مرتفعة ، رغم وجود ٩ أشهر حمل وتعاقب الإنجاب خلال ٢٠ - ٢٥ سنة . وفي سائر التاريخ نجد أنه كلما زادت الإمدادات الغذائية بتحسين الزراعة زاد بالمثل تعداد السكان وقد أدت زيادة الخيرات الفعالة في الزراعة ، بالإضافة إلى تحسين سلالات المحاصيل ، إلى إنتاج ضخيم نسبياً . والعامل الثاني في زيادة عدد السكان خلال القرن الماضي هو نقصان معدل الوفيات بسبب التقدم في الطب . في الماضي كانت الخصوبة الفطرية في الإنسان تواجه بالوفاة الناتجة عن المجاعة والوباء والحرب . يوجد الآن إنتاج كبير في المحاصيل ،

ويمكن نقل الغذاء بالسفن إلى المناطق التي يهددها المجاعة ، كما تغلب الإنسان على كثير من الأمراض ، ولكن يوجد الآن إناس كثيرون يلزمهم القنر المناسب من المصادر المحدودة لهذا الكواكب . والزيادة الكبيرة في تعداد السكان ستسبب إلى الوضع . كل الموضوعات التي نوقشت في هذا الفصل تتعلق بزيادة التعداد . والوسيلة المنطقية الوحيدة لخفضه هي الإقلال من الإنجاب .

٢٩ - ٢ الغذاء

أكثر من نصف عدد البشر في العالم يوجد في آسيا ، وأفريقيا ، وأمريكا اللاتينية ، وهي دول فقيرة في الصناعة ، تعتمد غالباً على الزراعة ، ودخل الفرد فيها منخفض ، وكثير من الناس أميون ، ومعدل الإنجاب مرتفع . نحو $\frac{1}{5}$ سكان العالم جوعى ، و $\frac{3}{5}$ يعانون من نقص البروتين . ويتوقع أن يزيد تعداد العالم عن ٦ بليون نسمة في سنة ٢٠٠٠ . وإطعام الناس في هذا الوقت ، حتى في المستويات الغير المناسبة في وقتنا الحاضر ، يستلزم زيادة في إنتاج الغذاء بمقدار ٤٠ - ٥٠٪ . والزيادة المتوقعة في الأراضي المزروعة تقدر بـ ٥٪ فقط . والشيء الخطير حقاً في المجتمعات الغربية الصناعية هو اعتماد الزراعة على تمويل محدود ومتناقص إذا قورنت بالمبالغ التي تصرف على البترول . لذلك يحتمل أن تحدث مجاعات كثيرة .

يمكن أن يزداد الغذاء في العالم وذلك باختيار نباتات المحاصيل المحسنة التي تعطى محصولاً مرتفعاً ، وتوسيع مساحة الأراضي الزراعية . وتأثير الزيادة المتوسطة في الغذاء ستقابل سريعاً بالحدس من الأفواه الجديده التي تضاف نتيجة للإنفجار السكاني .

والبحار الواسعة (٧١٪ من مساحة العالم) لا يمكنها ، كما كان يعتقد ، أن تنتج ممدداً لا ينفذ من غذاء الإنسان . والحقيقة أن إنتاج البحار من الأسماك الآن يقارب النهاية العظمى من الإنتاج المحتمل . فيجمع الإنسان نحو ٧٥ مليون طن (٦٨ مليون طن مئري) سنوياً ، وإنتاج ١٠٠ مليون طن (٩١ مليون طن مئري) يحتمل أن يكون حد الأمان لكي يستمر الإنتاج . والآن يوجد إفراط في الصيد في بعض المناطق على شواطئ الأطلنطي . وقد تنتهي قريباً الصناعة المتوقفة على الحيتان بسبب الإفراط في صيدها . ويعتبر التلوث مشكلة في البحار المفتوحة وبحوار الشواطئ . وتمثل المستنقعات المالحة والمسطحات الطينية والمياه الضحلة بعد المد والجزر مواقع هامة لبيض السمك ولكنها بصفة خاصة عرضة للتدهور . وهذا التدهور يمكن أن يؤثر على الحياة في المياه المالحة البعيدة . وزراعة البحر ، حتى في مياه الشواطئ ، لا تعد للآن إقتصادية على نطاق واسع . تمد أسماك مياه الأنهار على الشواطئ الآسيوية السكان المحليين ببعض البروتين الحيواني ، ولكن الإنتاج العالمي ليس كبيراً . ولا يمكن للبحار أن تغذي الناس من الجوع على الأرض .

يعتقد بعض الأشخاص أن في الغابات المطيرة الاستوائية الحل لزيادة إنتاج الغذاء زيادة كبيرة . فربة هذه الغابات عادة بها كمية قليلة من الدبال والأملاح الغذائية ، كما أن الماء يتسرب بسهولة نتيجة الأمطار الغزيرة عند عدم وجود تدخل إنساني ، تمثل أشجار الغابة غطاءً واقياً حيث تدور الأملاح الغذائية بسرعة من النبات للتربة والعكس . عندما تزال الأشجار من مساحات كبيرة وتزال الأملاح الغذائية مع النباتات ، تسخن التربة أكثر من اللازم ويزداد معدل تسرب الماء . وتفقد

الأملح الغذائية بسرعة . ويزداد أو أكسيد الحديد وأوكسيد الألمنيوم ، وإذا استمرت التعرية كثيراً ، فإن جزءاً من التربة يتصلب ، وهي عملية يطلق عليها تكوين الصخر الأحمر ، وعندما تكون شديدة ، تتكون أسطح تشبه الحثث أو القرميد (الطوب) وتكون الخسارة مستمرة . والزراعة غير ممكنة .

يمهد سكان المناطق الاستوائية مساحات صغيرة ويزرعون المحاصيل لمدة ١ - ٣ سنة ، ثم ينتقلون لمكان آخر ، فتحول المساحات المهلهلة إلى غابات بسرعة ، وتعود خصوبة التربة . وبعد بضعة سنوات يمكن استخدام المكان مرة ثانية . وبذلك يتجنبوا تكوين الصخر الأحمر . ورغم ذلك فقد ازدادت الصعوبة الآن بسبب النمو السكاني ، ولذلك لن يسمح للأرض أن تبقى بورا .

٢٩ - ٣ تدهور وفقدان التربة

عندما بدأ الإنسان في تمهيد وزراعة الأرض ، تعرض سطح التربة الحصب الذي تكون بالعوامل الجوية وبفعل الكائنات للتجريف بمعدل متزايد . فإزالة الغابات ، وحرق الغطاء الكثيف ، وحرث الحشائش في المساحات الطبيعية ، والرعى المفرط ، قد ضخم المشكلة ، مع هبوط متتابع في خصوبة التربة . وفي المناطق الأخرى التي استخدم فيها الرى بكثرة لإنتاج الحبوب ولم يكن هناك صرف مناسب ، تجمعت الأملاح تحت الأرض وظهرت على السطح مما يخفض الإنتاج أو يتلفه . وإصلاحها بالمعالجة الكيميائية مكلف وليس ناجحاً على الدوام . واستخدام الأسمدة غير العضوية بكثرة يمكن أن يؤدي إلى تماسك التربة وذلك إذا لم يبذل المجهود للمحافظة على الدبال وإعادة الخصوبة بالسماد البلدى وبعض المواد العضوية الأخرى . الإبادة الكيميائية للحشرات وللآفات الفطرية يمكن أن تؤدي إلى تلف سطح التربة . والاستخدام المتكرر للزرنينج على أشجار التفاح لإبادة فراش التفاح في شرق واشنطن حملت التربة بهذه الكيميائية حتى أنه قد فشلت زراعة أشجار بديلة . ونتيجة للإنتفجار السكاني تغطت كثير من الأرض بصفة دائمة بمساكن أحياء وضواحي ، وشوارع مرصوفة ، وطرق سريعة . في كاليفورنيا فقد ٥٠٠٠٠ - ١٥٠٠٠٠ أكر (٢٠٠٠٠ - ٦٠٠٠٠ هكتاراً) من الأرض خلال ربع القرن الأخير . وفي ولايات أخرى كثيرة كما في البول النامية توجد نفس النتائج .

٢٩ - ٤ تلوث الماء

معظم المدن في أنحاء العالم تستخدم أقرب خليج أو بحيرة أو نهر كمنفذ للمجارى ، وكثير يستخدمها في التخلص من القاذورات التي تهدد بالأمراض . وفي بعض الأحيان تستخدم نفس المياه في احتياجات الناس . وعندما تلوث المياه بالبول والبراز الغير معالج صحياً ، تنتشر الطفيليات الداخلية والأمراض بسرعة .

بنيت مصانع أمريكية حديثة بمجوار مجارى الماء للاستفادة من قوة الماء في دوران العجل . وكانت مخلفات مصانع النجارة ، والورق ، ومصانع المعادن وغيرها ترمى في الماء وقد أُجِّير المختصون بالمحافظة على البيئة هذه المصانع على معالجة بعض الملوثات ، ولكن بعضها لا زال متبقياً . يتم صرف

مبيدات الآفات من الأرض وتُحمل في مجارى الماء إلى البحار حيث تنتشر الآن وتؤثر على الأنواع المختلفة من الحيوانات ، المبيدات تختز بالجسيمات التي يحملها الهواء أثناء عمليات الرش وتتساقط بعد ذلك من الغلاف الجوى . عندما ترمى الأشياء المصنوعة من البلاستيك في المياه الداخلية فإنها تتجمع في النهاية على القاع في مياه الشواطئ ولا تتحلل . ويسكب البترول بكميات تزداد دائماً من حاملات البترول المحطمة أو الغارقة ومن آبار الزيت على شواطئ القارات . يجرب الزيت الخام كثيراً من الشواطئ ، ويثقل الصناعات الصغيرة ، يلطخ ويقتل عدداً غير محدود من الطيور والثدييات . والزيوت المختلفة يمكن أن تطفو ككتل لينة ليس لها شكل معين أو تفوص كغطاء لزج يغطي القاع ويقتل بعض حيوانات القاع .

كثير من المياه العذبة يجري بها عملية تسميد صناعي . مياه المجارى الخام أو المعالجة ، ومصارف المزارع ومخلفات الصناعة تنتج مدداً زائداً من التترات الغير عضوية (من أسمدة النباتات) ، والفوسفات (أساساً من المنظفات) ومركبات أخرى . ينشط نمو نباتات مائية معينة ، وتزدهر الطحالب بصفة عامة . عندما تموت النباتات يتسبب التحلل في فقد الأوكسجين من الماء ، بينما تهبط التترات والفوسفات إلى طين القاع لتنشط النمو فيما بعد . تتغير الجماعات الحيوانية المائية بدرجة ملحوظة . فالأعماك والكائنات الأخرى التي تحتاج لكميات كبيرة من الأوكسجين تموت ، بينما تزداد الأنواع الأخرى التي تحتاج لأوكسجين قليل . بمعدلات التلوث الحالية ، فإن كميات الأوكسجين في معظم الأنهار الرئيسية في الولايات المتحدة يمكن أن تنفذ في غضون بضع عشرات من السنين .

يمكن أن يحدث تحسن أكثر . فقد أصبحت بحيرة واشنطن وبحيرة سياتل ملوئتين ومعكرتين لدرجة لا تجذب ولا تناسب السباحين . فتأكد مواطني المناطق المجاورة أن التنقية أصبحت لازمة وصوتوا لصالح سندات للتلوث ، وبنيت إنشاءات حديثة للمعالجة ، فعاتت المياه صافية وأمنة . بعض الإنشاءات تكبس القاذورات وتخففها وتعقم بقاياها العضوية لتصبح أسمدة تحل محل الأسمدة الكيميائية . ويمكن سن القوانين ضد إلقاء النفايات ومخلفات المصانع في الماء الشيء الذي يمكنه أن يفعل الكثير لإصلاح بحيرتنا ، وأنهارنا ، وشواطئنا البحرية . والتنظيم الحازم لمرور البترول في المحيطات والمياه الداخلية يمكن أن يقلل الضرر بدرجة كبيرة .

٢٩ - ٥ تلوث الهواء

قبل ظهور الإنسان كان الهواء فوق الأرض يستقبل الرماد ، والدخان والغازات من البراكين ، ومن حرائق الصواعق في الأراضي العشبية والغابات حرق إنسان ما قبل التاريخ الأخشاب كوقود ، وبعضهم أقام الحرائق في مساحات من الأعشاب لتساعد في إنتاج الغطاء وجمعه ، وهي طريقة ما زالت مستخدمة في أنحاء كثيرة من العالم . واستخدم الإنسان في عصر ما قبل النهضة في أوروبا الأخشاب للطهي والتدفئة وكان لذلك تأثير ضئيل جداً على الهواء والإنسان . وعندما أصبح الفحم الرحو المحتوى على نسبة عالية من الكبريت هو الوقود الأساسى ، صارت السماء والمنازل معتمة بواسطة الدباب ، وخاصة أثناء الثورة الصناعية في أوروبا وشمال شرق أمريكا . وانتقلت المناطق التي حرم فيها استخدام الفحم الرحو كوقود واستبدل بالغاز . قلل استخدام البترول كوقود من الدخان

ولكن نتج عنه مخلفات غير مرئية . وعندما ازدادت السيارات ذوات المحركات والطائرات في أواسط القرن العشرين ، أضاف العادم الصادر عن هذه المحركات كثيراً إلى التلوث . وفي نفس الوقت أضافت المنتجات الصناعية التي تختلف في الكم والنوعية - المتضمنة البلاستيك ومنتجات جديدة أخرى - كميات من المخلفات الهوائية مجهولة القوة . والنتيجة النهائية هي وجود خليط مرئي لجسيمات دقيقة لها تأثيرات كيميائية غير مرئية وهي تغطي الآن مدناً كثيرة في العالم ، وتنتشر لتعم السماء وتهمج العيون والأنف ، وتسبب مضايقات في التنفس .

ودخان الخشب ، بمعدلاته التي كانت موجودة في السابق ، يحتمل أنه كان ضاراً فقط ، ولكن ملوثات الهواء الحديثة خطيرة على الإنسان . بعضها يسبب التآكل للطلاء والمعادن والملابس . وبعضها الآخر يعرض صحة الإنسان والحيوان والنبات للخطر . تموت غابات الصنوبر الكثيفة في جبال جنوب كاليفورنيا الواقعة على بعد ٦٠ ميلاً من لوس أنجلوس من تأثير الهباب وتفسل معظم نباتات المحاصيل في الإنتاج في الهواء الملوث بالهباب ، وهناك خسارة عالية قدرها ٥٠٠ مليون دولار سنوياً ترجع لهذا السبب . والتأثير الطويل لكثير من الملوثات غير معروف ، ولكن الإحصائيات تدل على أنها تقوى تأثير أمراض معينة . صحة المجتمعات الإنسانية كلها يمكن أن تكون في هبوط . وأصبحت التهيجات اليومية في العيون والأنف منتشرة . والصعوبات واضحة في الأطفال والمسنين ، والمرضى بمرض مزمن . الأمراض الصدرية مثل الربو ، والتهاب الشعب ، وانتفاخ الرئة ، يمكن أن تستحث أو تزداد بقسوة بفعل الملوثات . وينصح المرضى بهذه الأمراض غالباً بالانتقال إلى بيئات أقل تلوثاً . وتسبب بعض الملوثات مرض السرطان في حيوانات التجارب . وقد اتخذت غدة غشوات تخفض تلوث الهواء . حظر حرق النفايات إلا في محارق لها درجات حرارة مرتفعة سيقلل من رماد النفايات . الماكينات ذات الاحتراق الداخلي ، كإسبة أو نفثة ، لا بد أن يعاد تصميمها ليقل إنتاجها من الملوثات . وأجهزة الماكينات التي تعمل بحقن الوقود يمكن أن يقلل من الملوثات الغير مرغوب فيها . وحظر استخدام الوقود المحتوى على نسبة عالية من الكبريت ، والتحول إلى الطاقة الذرية لتوليد الكهرباء قد يقلل من الملوثات التي سبق ذكرها ولكنه قد يؤدي إلى خطر التعرض إلى إشعاع ذى طاقة عالية . وحديثاً ظهر تهديد جديد للغلاف الجوى باكتشاف مسيرات الفلوروكربون في الهواء حيث تتكاثر في الطبقات العليا للغلاف الجوى وتخرب طبقة الأوزون التي تمنع مرور أشعة الشمس الكونية التي تسبب السرطان من النفاذ إلى سطح الأرض .

٢٩ - ٦ التأثيرات المناخية

يكثف ثاني أوكسيد الكربون وبعض الدقائق العالقة في الغلاف الجوى ، مما يمكن أن يؤثر على درجة حرارة العالم بسبب تغير في الإيزان بين امتصاص وإنعكاس ضوء الشمس في الغلاف الجوى . ولا يمكن التنبؤ باتجاهه بالتغير . تعكس السحب ٦٠٪ من الطاقة الإشعاعية من الشمس . والجزء الذى يمتص ويدفع الأرض يتكون من أشعة لها أطوال موجات قصيرة - مرئية وقرنية من الفوق بنفسجية ، ولكن الأشعة التي يعاد إشعاعها عندما يسخن السطح تكون أشعة تحت حمراء طويلة الموجة . تميل الأشعة تحت الحمراء إلى أن تقع في مصيدة ثاني أوكسيد الكربون وبخار الماء الموجودان في الغلاف الجوى واللذان يمتصان الأشعة تحت الحمراء الخارجة وتعيد إشعاع بعضها منها مرة ثانية في

إتجاه سطح الأرض . وهو نفس تأثير الصوبات الزجاجية للنبات - فلها غطاء زجاجي شفاف للموجات القصيرة ولكنه يمتص ويبعد إشعاع الموجات الطويلة ، لدرجة أن الداخل يصبح أدفأ من الهواء الخارجى . المنتجات الجانبية الناتجة عن حرق الوقود الأرضى يمكن أن يضيف فعالية الصوبات ، بينا تزيد الفناثات من غطاء السحب فى الطبقة العليا من الغلاف الجوى (ستاتوسفير) حيث تمتد طاقة شمسية أكثر . والانعكاس الذى يحدثه الغلاف الجوى يمكن أن يزداد بزيادة الانعكاس بواسطة سطح الأرض ، الذى يزداد بانتشار الصحارى وإزالة الغابات . ويمكن لتغير حرارى فى حدود درجات قليلة فى درجة حرارة الغلاف الجوى أن يغير تيارات الحمل ويؤثر على المناطق المناخية والغطاء القطبى . ويمكن أن يكون له تأثير ملحوظ على الحياة على الأرض . وبالرغم من الشكوك المحيطة بالتأثير غير المقصود للإنسان على الطقس ، فإن ملايين الدولارات تنفق على التعديل المقصود للطقس مع مجهود قليل لتحديد التأثيرات المضادة .

٢٩ - ٧ مبيدات الآفات

المفروض أن كل نوع من النباتات البرية فى الطبيعة يتغذى عليه نوع أو أكثر من الحشرات ويكون معرضاً لهجمات من أمراض البكتريا ، والفطر والفيروس . ويكون الضرر غير واضح لأن النباتات مصفوفة ومهيأة لمقاومة الهجوم ، كما أنه توجد أنواع كثيرة من الكائنات التى تكبح هذه الآفات . فى الزراعة ، تزرع آلاف أو ملايين النباتات من نوع واحد من المحاصيل بجوار بعضها البعض وتكون غالباً قادرة على مواجهة ظروف محدودة ولكنها تكون غير محمية حماية كافية من الكائنات الأخرى . وتحت هذه الظروف تتكاثر الحشرات ومسببات الأمراض للنباتات ، وتسبب أضراراً اقتصادية كبيرة - وأحياناً ضياع كل المحصول . لذا صارت مقاومة الآفات ضرورية للإنتاج الوفير . قبل الأربعينيات من هذا القرن كانت البيروثيوم والروتون والنيكوتين وكلها تستخرج من النبات تستخدم فى حدود ضيقة فى حدائق المنازل . وقد توقف استعمالها جميعاً بسرعة . واعتمدت وقاية نباتات المحاصيل على أملاح غير عضوية عديدة من الزرنيخ ، والنحاس ، والرصاص ، والزنك المضاف إليه الكبريت ، ومخاليط الجير والكبريت ، ورشاش بعض الزيوت .

جاءت بعد الحرب العالمية الثانية المبيدات الحشرية المصنعة من الهيدروكربون الكلورى (د د ت ، ديلترين ، ألدرين ، لندان ، كلوردان ، إلخ) . ومبيدات الحشائش (٢ ، ٤ - د ، ٢ ، ٤ ، ٥ - ث) . كبح د. د. ت. جماع الملايا بصورة ملحوظة بقتله للبعوض فى دول استوائية كثيرة . وفى الواقع أن د. د. ت. قضى على الذباب فى اسطبلات الماشية (حتى نشأت سلالات من الذباب قاتلة د. د. ت.) . وبسرعة أصبحت الهيدروكربونات الكلورينية هى المبيدات السائدة فى المزارع وحدائق المنازل . ول سوء الحظ فهذه المبيدات أبادت الحشرات النافعة وأضررت بالحياة الحيوانية الأخرى ، ولم يبدى أحد إهتماماً بذلك فى البداية . تشير الدلائل الآن على أن الهيدروكربونات الكلورينية تتحلل ببطء شديد . فمن ملايين الأبطال التى استخدمت فى رش أو تعفير الأرض صرف الكثير منها فى البحيرات والجاري المائية وفى البحار . أثناء الرش تمتز هذه المبيدات التى يحملها الهواء بمبيبات الغبار وتحملها الرياح لتسقط أو تنزل مع الأمطار على بعد عدة أميال من مصدرها . ولأن السم له صفة الدوام . فإنه يتجمع فى أعلى مستويات السلسلة الغذائية ،

في الحيوانات آكلات اللحوم .

الأدلة التي تجمعت منذ ١٩٦٧ أوضحت أن هناك أعداداً متزايدة من أنواع الطيور تعاني من فشل إنجاب الصغار ، وذلك بسبب رقة قشرة البيضة ، وضعف وموت الأفراس . يوجد هبوط في تعداد البازي الجوال ، والنسر الأصلع ، والبجعة البنية ، وكلها مهددة بالإنقراض ، ورقة القشرة وضعف الأجنة يرتبط برواسب من DDE (مشتق من د . د . ت) ومركبات كلورينية أخرى في البيض والحيوانات البالغة . وقد أمكن بالتجربة إنتاج بيض له قشرة رقيقة من طيور الباشق ، والبط البري في الأسر باطعامهم كميات غير مجتة من د . د . ت ، DDE . كما وجد البيض رقيق القشرة في أوكارا ١٢ نوعاً على الأقل من الجوارح وآكلات الأسماك من الطيور التي تأكل مستوى عال من الطعام ، وتتضمن عقاب البحر ، والحارس الأبيض (أبو منجل) ، وأنواع عديدة من البلهشون ومالك الحزين . ولمواجهة هذه الحقيقة ، ولتين أن بعض هذه المركبات يسبب السرطان في حيوانات التجارب ، حرمت كثير من الحكومات في أوروبا استخدام ال . د . ت وامتد الخطر إلى الولايات المتحدة حديثاً . ومنذ الخطر تمكنت بعض الطيور مثل البجع من زيادة الإنجاب .

٢٩ - ٨ التسمم بالمعادن الثقيلة

يزداد التلوث بالمعادن الثقيلة من الكاديوم ، والزنك والرصاص وأصبح لها تركيز حيوي في السلسلة الغذائية . ويلقى الزنك إلى البحيرات والجاري من المصانع الكيميائية ، والمصانع التي تنتج الكلور والورق والمعدات الكهربائية والبطاريات ، الخ . وكان يعتقد أنه يترسب بدون ضرر في طين القاع حيث يبقى خاملاً . ولكن الدراسات الحديثة أثبتت أن الكهرباء اللاهوائية الموجودة في الطين تحول الزنك إلى النوع المتطاير ، ميثيل الزنك الثنائي الذي يدخل في الماء والغذاء أو يمتص مباشرة خلال خياشيم الأسماك . وفي بعض الأحيان يحظر تفريغ السفن من الأسماك وذلك بسبب زيادة تركيزات الزنك في السمك المخصص للاستهلاك الآدمي . في الإنسان يسبب الزنك الغير عضوي رجفة في العضلات ، وإكتئاب ، وتلف الكلية ، كما يصيب ميثيل الزنك الدماغ . مصادر التلوث بالرصاص كثيرة منها احتراق الجازولين ، أفران صهر المعادن والمبيدات ، والعلب المملوحة ، وتآكل أصباغ قاعدات الرصاص . وفي عشرات السنين الأخيرة ساهم في التلوث إلى درجة كبيرة إحتراق الجازولين المعالج بالرصاص في السيارات . الرصاص سم متراكم يمكن أن يسبب الضعف ، وإصابة الأنسجة ، والوفاة .

٢٩ - ٩ نظوب المصادر

نتج عن التقدم في المدنية الحديثة زيادة مستمرة في استخدام المصادر الغير متجددة - إمدادات المعادن والوقود الأرضي (، الفحم والغاز الطبيعي والبترو . بالمعدل الحالي للتعبدين والاستهلاك أمكن التنبؤ بأن الإمدادات من النحاس ، والرصاص ، والزنك ، والحارصين ، والفضة ، والتنجستن ، والزيت الخام ستفقد في حدود سنة ٢٠٠٠ وبعضها قبل ذلك . وتخزون الفحم ، والنجنت ، خام الحديد الجيد والكروم ستبقى مدة أطول . وستساعد في ذلك الاكتشافات الحديثة

من البترول من المنحدرات الشمالية في آلاسكا والجهات الأخرى ، ورواسب الحديد المتسعة في غرب استراليا . زيت البترول والنحاس لها أهمية خاصة . فزيت البترول يستخدم في تنمية الزراعة في المجمعات الصناعية وبذلك يعمل على إنتاج كمية الغذاء اللازمة لسد حاجة الكثافة السكانية الحالية . والنحاس هام في استخدام الكهرباء . فإذا نفذت إمدادات المعادن ، ستختفى كثير من رفاهيات الحياة في العالم الغربي - الأدوات المنزلية ، والأجهزة الكهربائية ، وغيرها . فلا مناص من الحفاظ على المعادن الهامة وإعادة تصنيعها فلا يجب أن يلقى بها في مقابل القمامة .

الوضع في مصادر الطاقة أيضاً غير متزن ومظلم . فالحطب ، والفحم ، والبترول ، والغاز الطبيعي ، والطاقتين الذرية والشمسية هي المصادر . الأول والأخير منها هما المتجددان فقط . أما الوقود الأرضي فمحدود الكمية . تعتمد الطاقة الذرية على عنصرى اليورانيوم والبلوتونيوم . والبلوتونيوم مادة تركيبي على درجة كبيرة من السمية . إحدى المشاكل الخطيرة للطاقة الذرية هي أن المخلفات ذات النشاط الإشعاعي الناتجة عنها سامة جداً . وهذه يجب أن تحجب بعيداً عن البيئة لعدة آلاف من السنين ، ولكن لا تملأ منطقة الآن من التراكم الإشعاعي . والمشكلة الأخرى هي في منع تسرب كميات خطيرة من الإشعاع الناتج عن الاستخدام السيئ للمفاعلات الذرية . وبسبب هذه المشاكل يمكن أن يكون للطاقة الذرية دور أقل في احتياجات العالم . يجري إنتاج الطاقة الشمسية الآن وخاصة لتسخين الماء وتدفئة المنازل ولكنها لا تزال لم تستخدم على نطاق واسع .

يعكس استخدام الطاقة الحالية الاقتصادية للدولة . فالدول التي لها مصادر قليلة تقتصد في كمية الوقود . فصحة الفرد في المدن الكبيرة أكثر كثيراً للطبخ والتدفئة والإضاءة . وأعلى نسبة توجد في الولايات المتحدة حيث يستهلك ٥٪ من سكان العالم ٣٠٪ من إمدادات العالم في الطاقة . وبكل تأكيد يستمر كثيراً هذا المعدل في الاستهلاك . ويرجع هذا الاستهلاك إلى التدفئة الزائدة للمنازل في الشتاء ، وتكييف الهواء في الصيف ، والإضاءة الزائدة داخل المنزل وخارجه ، الاحتياجات المتزايدة من الوقود للنقل . فاستخدام شخص واحد لسيارة لمسافات طويلة في ذهابه إلى عمله والعودة منه سيصبح قريباً جزءاً من التاريخ .

٢٩ - ١٠ التغيرات في الحياة البرية

عندما تزداد الناس ، ويخطو التقدم التكنولوجي إلى الأمام ، تختفى النباتات والحيوانات البرية وتختفى منها أماكن معيشتها ، فأى تبدل يتبعه تغير في ظروف الأنواع المختلفة المستوطنة لكي تنجا بنجاح . فانقراض أنواع من الطيور والثدييات صاحب نمو المجتمع الإنسانى خلال الثلاثة قرون الماضية . كما اختفت أنواع كثيرة أخرى من الحيوانات .

توضح سجلات الإقراض الأضرار المروية فقط . وغالباً ما يكون الضرر مجهولاً وقد يكون له آثار بعيدة . فالكاكن الذى يبدو لا قيمة له قد يكون على قدر كبير من الأهمية . فعلى سبيل المثال ، قام الناس لمدة طويلة بتحطيم أعشاش الحمل (من نوع فورتنيكا) في غابات أوروبا للحصول على عذاري الحمل لتغذية صغار الدواجن ، وطيور الزينة والأسماك ، وللحصول على حامض الفورميك من الحمل البالغ لمعالجة الروماتيزم والتهاب المفاصل . وبعد ذلك ظهر الضعف في أشجار الغابات . فأصبحت الأشجار

أقل وفرة وهجمات الآفات أكثر قسوة . فقد كان الحقل يساعد الغابات في عدة أمور . فجحوورها تفتح التربة للهواء والماء . وتدفن التربة الحشة أوراق النبات وهذا تسرع في تكوين الدبال . وتضيف فضلات وبقايا الحقل والحشرات التي يصيدها عصير التيروجين . فيكون نمو الأشجار أكثر بالقرب من الأعشاش . وينقل البذور وهذا يساعد على انتشار أشجار الغابات . وعندما تزداد يرقات الحشرات يساعد الحقل في التخلص منها . وقد نمت غابات أوروبا بنجاح في تربة خصبة لآلاف السنين بمساعدة الحقل . وتعتبر الغابات جوهرة لإقتصاد أوروبا ، والحقل إجزء هام من النظام البيئي للغابات التي يعتمد عليها الإنسان .

الإلتجاه في التطور هو زيادة التباين العضوى ، وإنتاج أنظمة بيئية ثابتة ومتكاملة ومركبة . بينما يعكس الإنسان هذا الإلتجاه . فقد تَوَعَّ الإنسان في زيادة كميات الطاقة المستخدمة في نظامه الزراعى الصناعى . وكانت النتيجة إختزالاً في الصنف العضوى ، وضرباً في رسوخ الأنظمة البيئية . الكميات القليلة من الطاقة المثبتة بواسطة الأنظمة البيئية هي الآن المتاحة للإنسان بينما تتدخل مخلفات الطاقة في المجهود الذى يبذله الإنسان لتتوسع الطاقة لمصلحته . إقامة الغابات وعزل بعض المناطق الطبيعية هما محاولة لحماية البيئات الطبيعية وذلك للمنفعة العلمية والإقتصادية والجمالية .

٢٩ - ١١ الحفاظ على الأخلاق

نحتاج إلى نظرة أخلاقية واسعة - الحفاظ على الأخلاق . من الناحية البيئية وطبقاً لآراء ألدو ليوبولد ، يعتبر هذا تقييداً لحرية القدرة في صراع الإنسان للبقاء . وأسس هذه الأخلاقيات يجب أن تراعى المبادئ التالية :

- ١ - الأرض نظام مقفل وبه كميات محدودة من الهواء ، والماء ، والغذاء ، والسعة للغابات .
- ٢ - التربة الجيدة ضرورية للحياة على الأرض .
- ٣ - تطبيق مبادئ علم البيئة لتطوير الطبيعة لخدمة الإنسان .
- ٤ - للكائنات الأخرى الحق في البقاء ، فالإنسان جزء من الطبيعة وليس قاهراً للكائنات الحية الأخرى .
- ٥ - التنوع في الأنظمة البيئية الطبيعية يعطى ثباتاً وتكيفاً للتغير في البيئة .
- ٦ - يمكن للتغيرات الرئيسية في موازن الطبيعة أن تتعامل على شؤون الإنسان والكائنات الأخرى .
- ٧ - تقلل الكثافة السكانية المنخفضة للإنسان من المنافسة ، وتعمى التنوع العضوى ، وتقلل التلوث ، وتخفض التهافت على المصادر المتناقصة .
- ٨ - يجب أن يتضمن ارتفاع مستوى المعيشة هواء نقى ، وماء ، وغذاء ، وعيظ مبهج ، وإطمئنان وهناء .
- ٩ - لا بد أن تساهم التربة والتخفيف في التقييم السليم للطبيعة .

مراجعة

- ١ - لماذا نما المجتمع الإنساني نمواً كبيراً في القرن العشرين ؟
- ٢ - لماذا لن يستطيع المجتمع الإنساني أن يستمر في النمو بمعدله الحالي في المستقبل ؟
- ٣ - ما هي المؤثرات ذات المدى الطويل التي تتوقعها على مناخ الأرض إذا زادت كمية الغبار في الغلاف الجوي ؟ وإذا زادت كمية ثاني أكسيد الكربون ؟
- ٤ - من أين تحصل الأرض على إمداداتها من الأوكسجين ؟
- ٥ - ما الذي يمكن أن يحدد كمية الغذاء التي يمكن الحصول عليها من أكر الأرض الخصبة ؟ ما هي الصلة التي يحملها مضمون إجابتك لسؤال رقم ٢ ؟
- ٦ - كيف يمكن للتلوث أن يقلل أعداد الإنسان التي يمكن للأرض أن تحملها ؟

Glossary

الكشاف التحليل

Linkage	إرتباط
وراثة صفات مشتركة ، وذلك لأن جيناتها قد توجد في نفس الكروموسوم	
Reversion	إرتداد
عودة صفة من صفات السلف إلى الظهور ، والتي لم تكن بادية في جيل أو أجيال سابقة	
Symphysis	إرتفاق
التحام بين جزئين	
Terrestrial	أرضي
ينتمي إلى اليابسة أو يعيش عليها .	
Dimorphism	أزدواج الشكل (التشكل الثنائي)
ظاهرة وجود نوع على شكلين مميزين	
Osmosis	أزمنة
الإنتشار خلال غشاء شبه منفذ	
Albinism	إشقار اللون
غياب الصبغ عن حيوان ما في الحالة الطبيعية	
Digit	أصبع
أصبع اليد أو القدم . أحد الأجزاء الأخيرة للطرف في رذاعات القدم	
Luminescence	إضاءة ذاتية
إصدار ضوء نتيجة لتفاعلات كيميائية داخل الخلايا	
cecum, ceca	أعور ، أعاور
بروز حسي أو كيسي الشكل من القناة الهضمية ، مسدود من الطرف الخارجي .	
Autotrophic nutrition	إتغذية ذاتي
العملية التي يصنع بها الكائن الحي غذاءه من المواد غير العضوية ، كما في البات .	
Embryonic membranes	أغشية جنينية
أغشية خلوية تتكون كجزء من جنين أثناء عملية تكويبه ، وهي ضرورية لأبهي الجنين ؛ الزهبل ، الكوريون ، والقشاء المنباري ؛ في الزواحف والطيور والثدييات ، وفي الحشرات أيضا	
Secretion	إفراز
مادة ذات فائدة تنتج في الجسم من غدة معينة	

Amphimixis	إنجاد الحيوان المنوي والبويضة
إنجاد نواتي البويضة والحيوان المنوي لتكوين النيجوت ؛ إحتلاط البلازما الجرولومية للفردي	
Rudimentary	أثري
غير تام النمو أو بدوي وظيفية	
Monophyletic	أحادى الشجرة
ينتمي إلى خط واحد مباشر في الإنحدار التطوري	
Monocious	أحادى المسكن
المسائل الذكورية والأنثوية توجد في نفس الفرد ، عضى	
Viscera	أعضاء
الأعضاء التي توجد داخل الجمجمة والصدر والبطن ، خاصة الأخرى	
Excretion	إخراج
طرد الفضلات الناتجة عن عمليات الأيض خارج الجسم ، وهي عملية الفائدة ؛ أيضا عملية التخلص من هذه الفضلات .	
Fertilization	إنخصاب (تلقيح)
إندماج جاميتي (مشيجين) ، أو بيضة وحيوان منوي . ليكونا بيوضا ثم جنينا	
Cross-fertilization	إنخصاب خلطي (تجمي)
إنجاد خلية بيضية من فرد بحيوان منوي من فرد آخر ، على العكس الإنخصاب الذاتي .	
Ovipositor	أداة وضع البيض
عضو يتركب من زوج من الأطراف الطويلة متحرك لوضع البيض . يكون رفعا أحيانا للقب الحشبي ، أو حادا ومثبتا كما في أداة اللسع	
Corium	أدمة
الجزء الأدمي من الجلد تحت البشرة .	
Dermis	أدمة
الجزء السفلي أو الحقيقي من الجلد ، تحت البشرة في الفقاريات ، يشأ من المزودوم .	
Gastrodermis	أدمة معدية
بطانة التجويف المعضمي في المفوفيات	
Auricle	أذني
صياون الأذن الخارجي في الثدييات	

Invagination ابتعاد اندغام
 ابتداء للدخول مثل ما يحدث في عملية التطير حيث يصعد
 القطب الحفري في البلاستولا لتكوين الجاسترولا
Irritability إنبطالية
 القدرة على الإستجابة للمؤثرات
Nasal أنفي
 نسبة إلى الأنف
Meiosis (Reduction division) انقسام اختزائي
 نوع خاص من إنقسام الخلايا ، يقع في الخلايا التناسلية ، وفيه
 يتجزأ العدد الزوجي أو الجسدي للكروموسومات إلى العدد
 الفردى ، أي يتجزأ عدد الكروموسومات إلى النصف
Mitosis إنقسام غير مباشر
 انقسام الخلايا ، يظهر في الخلية مغزول ليفي وعدد محدد من
 الكروموسومات ، تشطر الكروموسومات طوليا لتكوين
 مجموعتين متساويتين من الكروموسومات ، تنجح كل منهما إلى
 أحد قطبي المغزل ، وتكونان أجزاء من واثين جديديتين .
Autosome أوتوسوم
 كروموسوم عادي تميزا له عن الكروموسوم الجنسي
Aorta أورطي
 شريان كبير ، خاصة الذي يتصل بالقلب
Metabolism أبيض
 مجموعة من العمليات الباقية والغدية و الأبيض باني وأبيض
 هدي . . منظما كيميائية وتحدث في الكائنات الحية
Anabolism أبيض سائي
 مراحل مالية في الأبيض ، تتضمن المضم إلى التيل الغذائي
Catabolism أبيض هدي
 تحلل المواد المعقدة في البروتوبلازم
 ب -
Autotomy بتر ذاتي
 انفصال ذاتي ولزادي لجزء من جسم الحيوان
Marine بحري
 نسبة إلى البحر أو المحيط أو أي مياه ملحية أخرى
Primitive بدائي
 غير متخصص ، بداية الشكل أو الطور
Feces براز
 فضلات ، بقايا الغذاء غير المهضوم الذي لم يتم إمتصاصه .
 ويتم طرده من القناة الهضمية
Epididymis برباخ
 القنيات الصادرة من الخصية
Bud برعم
 جزء من الحيوان ، ينمو ويكون فردا جديدا
Amphibious برمائي
 القدرة على البش على البر والماء ، كالضفدع
Parenchyma برنشما
 مادة خلوية رخوة عملاً الحيز بين الأعضاء

الخلايا ، أيضا عملية إنتاج الإفراز وانتقاله . قارن بالإخراج
Sexual union اقتران جنسي
 إعتصال مؤقت بين ذكر وإنتي . وذلك لامتثال الحيوانات الموية
 إلى القنفة التناسلية للأنتي
Ectoderm إكتودرم
 الطبقة الخارجية أو الطبقة الخلوية الخارجية لحين ميكرو
Carnivorous أكل اللحم
 الحيوان الذي يتغذى على لحوم حيوانات أخرى
Herbivorous أكل النبات
 يتغذى على الأعشاب والحشائش أو مواد خضرية أخرى
Anastomosis إلتصام
 إتحاد أو إلتصال وريدتين أو شريائين أو أكثر أو نوعية أخرى
Anterior أمامي
 الجزء الذي يتقدم به الحيوان للأمام أو النهاية الرأسية . مغفل
 خلفي
Procoelous أمامي البطني
 مغفر من الأمام . كما في جسم بعض المفردات
Ampulla أمبولة
 تضام طاق الشكل صغير
Adsorption إمتزاز
 إلتصاق طبقة رقيقة جدا من جزيئات غازية أو مادة دالة أو
 سائل سطح صلب (قارن بالإمتصاص)
Absorption إمتصاص
 الإنتقال الإنتفاقي لسوائل أو مواد في محاليل إلى الخلايا أو
 الأنواع المتصلة
Intestine أمعاء
 جزء من القناة الهضمية بين المعدة والشرج (أو المجمع)
Amoeboid أميبي
 مرور أقدام كادمة . كما في الأميبا وكرة الدم البيضاء
Evagination إنبات
 بروز جزء من تركيب مجهوف
Natural selection إختيار (إطفاء) طبيعي
 التخلص من الأفراد الأقل مفعرة على الصراع من أجل الحياة
Eadoderm إندودرم
 طبقة أو مجموعة من الخلايا تطن للمي الأولى أو للمي القديم في
 جبين ميكرو ، وتظهر في طور الجاسترولا
Endostyle إندوستيل (لقم داخلي)
 ميزاب مهذب بشي في بلعوم القربيات والسهم ويرققت
 اللامبري . يستخدم في الحصول على الغذاء ، يشابه في الأصل
 مع القنفة الدرقية في الثعلويات .
Eazyme إنزيم
 مادة تنتج من خلايا حية ، تحدث كميات بسيطة متنا تحولات
 كيميائية مثل التحلل المائي والتأكسد والإستزال ، لا تستهلك
 في هذه العمليات ، مخوة أو عامل مساعد
Fission إنشطار - إقتسام
 تكاثر لا جنسي بالإنقسام إلى جزئين أو أكثر ، عادة ميتالين .

Urinogenital, Urogenital	بولى تناسلى
Polyp	بوليب
	أحد الشكاكين لفرد . يوجد في اللاسعات . مست عادة وينكأتر لا حسيا
Ovum	بويضة
Environment	البيئة
	جميع الظروف البيئية التي تحيط بكائن بذاته
Egg	بيضة
Pelagic	علية جئولوجية تسبحها الأني
	بيلاجيك (عرض البحر)
Intercellular	نسبة إلى عرض البحر بعيدا عن الساطي
	بين خلوي (خارج الخلايا)
Oviparous	مابين الخلايا
	يوضع بيضا
	ينتج بيضا يفقس خارج الجسم
Ontogeny	تاريخ الحياة لفرد
	التاريخ التكويني لكائن
Phylogeny	تاريخ النشوء (تاريخ تطور السلالات)
	تاريخ تطور نوع أو مجموعة أعلى من الكائنات
Pericardium	قاعور
	التجويف الذي يحيط بالقلب ، أيضا الغشاء الذي يبطى التجويف ويغطي القلب
Mutualism	تبادل المنفعة
	علاقات مفيدة إيجابية بين أفراد من نوعين مختلفين
Alternation of generation (Metagenesis)	تبادل الأجيال
	تبادل التكاثر الجنسي واللاجسي في دورة حياة بعض الحيوانات
Divergent	تباعدي - تنحني
	الإبتعاد عن بعض ، الإنفصال عن مصدر مشترك
Regeneration	تجدد
	إستبدال أجزاء مفقودة من حيوان عن طريق البر أو خلاله
Lumen	تجويف
	تجويف في غدة ، قناة ، وعاء ، أو عضو
Body cavity	تجويف الجسم
	التجويف بين جدار الجسم والأعضاء الداخلية للحيوان
	(أنظر السيلوم والسيلوم الكاذب)
Hemocoel	تجويف دموي
	جزء من تجويف الجسم تتوزل في الحميم ويصل كجزء من الجهاز الوعائي الدموي
gastrocoel	تجويف معدي

Protoplasm	بروتوبلازم
	مادة حية . نظام كيميائي هيراني عروى مقعد يكون المادة الحية ، المادة شبه السائلة الزرقة للخلايا الحيوانية والنباتية
Peritoneum	بريتون
	غشاء معلى (رقيق) ميزودرمي ، يبطى تجويف الجسم ويغطي الأعضاء الداخلية في العديد من الحيوانات
Epidermis	بشرة
	طبقة من الخلايا (أحيانا عديدة الطبقات) تغطي سطحا خارجيا
	وهي الجزء الإكزودرمي من الجلد في معظم الحيوانات . تفرز الجلد في بعض الحيوانات
Optic, Visual	بصرى
	نسبة إلى البصر أو حاسة الإبصار
Endothelium	بطانة
	طبقة من الخلايا المتطابقة البسيطة ، تكون السطح الداخل للأعضاء الدورية وتجاويف مقفلة أخرى
Abdomen	بطن
	الجزء الأكبر من الجسم خلف الصدر ، خلف الحجاب الحاجز في الثدييات
Ventral	بطني
	تجاه السطح السفلى أو البطن ، بعيد عن الظهر ، مقابل الظهرى
Ventricle	بطين
	حجرة عضلية في القلب ، أيضا تجويف في مخ الفقاريات
Distal	بعيد
	بعيدا من نقطة اتصال ، أو عن مكان معين
Plasma	ملازما
	الجزء السائل من الدم أو اللعف
germplasm	بلازما جروموية
	المادة الأساسية التي تحمل العوامل الوراثية ، الجامينات والخلايا والأنسجة التي تتكون منها كوحدة
Blastula	بلاستولا
	التطور المبكر لجين ، عادة على شكل كرة خلوية مجوفة
Pharynx	بلعوم
	مستطقة من القناة الهضمية تقع بين تجويف الفم والخرى ، عضل غالبا ، به أسنان أحيانا كما في بعض الفقاريات ، المنطقة الخشومية في العديد من الفقاريات المائية
Neoteny	بلوغ الصغار
	الوصول إلى البلوغ الجنسي في طور غير ناضج أو طور الورقة كما في الأكسولول .
Pleura	بلورا
	الغشاء الذي يبطى الرئتين ويطن الجدار الداخلي للصدر
Atrium	بئر - أذين
	تجويف أو حجرة خارجية ، حجرة الإستقبال للقلب
Rostrum	برؤ

Gametogenesis تكوين الأمشاج
عملية تكوين الخلايا الجرثومية الناضجة أو الأمشاج ، عملية التخصوج

Embryogeny تكوين جنسي
عملية تكوين الجنين

Adaptation تكيف
ملاءمة تركيب ، وظيفة ، أو كائن حي ككل لبيئة معينة ، طريقة الملائمة

Bilateral symmetry تماثل جانبي
وهو نوع التماثل الذي يمكن أن يقسم به جسم أو جزء إلى نصفين متماثلين أيى وأيسر ، وذلك بحدار وسطى واحد ، كالنصف صورة مرآتية من الآخر

Radial symmetry تماثل شعاعي
الأعضاء المتماثلة مرتبة حول محور مركزي مشترك . كما في نجم البحر

Photosynthesis تخليق صويف
ماء الكربوهيدرات من ثاني أكسيد الكربون والماء بواسطة الكلوروفيل في النباتات الخضراء أو الأوليات السوطية ووجود الضوء

Assimilation تخليق غذائي
إتحاد المواد المهضومة بعد امتصاصها . وبناء بروتينلازم حي

Paedogenesis ناضج الصغار
الحالة التي تتكاثر فيها اليرقات أو أشكال أخرى غير البالغة

genital ناضج (جنسي)
نسبة إلى أعضاء التكاثر أو عملية التناسل

Analogy تماثل
تشابه في الصفات الخارجية أو في الوظيفة . وليس في الطابع التركيبي أو الأصل

Respiration تنفس
الحصول على الأكسجين من الوسط المحيط وطرد ثاني أكسيد الكربون

ت

Sedentary ثابت - مسطر - جالس
يقضي في مكان واحد

Homoiothermal ثابتة الحرارة (دوات الدم الحار)
حيوانات ذات درجة حرارة داخلية ثابتة ، تقل عادة أعلى من درجة حرارة البيئة ، تتميز بها الطيور والثدييات

Foramen ثقب
فتحة أو ثقب في عظم أو غشاء أو حاجز

Spiracle ثقب (فتحة) تنفسي
في الحشرات ، فتحة خارجة للقصبات أو الجهاز التنفسي ؛ في الأمشاج الضرورية ، الثق الحشوي الأول المنصور

Triploblastic ثلاث الطبقات
يشأ من ثلاث طبقات جنينية جرثومية إكودرم ، إنودرم ، وميزودرم

الجغرافيا المحيطة الأولى لجنين حيوان عديد الخلايا ، ويتكون بعملية التخصيب

Metamorphosis تحول
تغير ملحوظ في الشكل من طور لآخر ، مثل تحول اليرقة لحيوان بالغ

Inbreed تزاوج الأقارب
تزاوج الحيوانات أو النباتات ذات القرابة

Synapsis تشابك
إقتران مؤقت للكروموسومات في أزواج قبل الانقسام المنطوي الأول

Hypertrophy تضخم
زيادة غير عادية أو غير واثقة في حجم عضو أو جزء من الجسم

Evolution تطور
الصلبة التي وصلت بها الكائنات الحية إلى ما هي عليه الآن . تركيبها ووظيفتها ؛ الأشكال المتعددة نشأت من أشكال بسيطة ؛ بذلك . تسلسل مع تحول

Polymorphism تعدد الأشكال
وجود أفراد في أكثر من شكل تابعة لنوع واحد

Metamerism تقطيل
تقسيم الجسم إلى قطع متشابهة متكررة

Holozoic nutrition تغذية حيوانية
تغذية عواد غذائية عضوية متفصلة . تتميز بها معظم الحيوانات

Holophytic nutrition تغذية نباتية
تغذية بواسطة التمثيل الضوئي للمواد الكيميائية غير العضوية البسيطة ، كما في النباتات الخضراء وبعض الأوليات السوطية

Germinal variations تغيرات جرثومية (وراثية)
تحدث نتيجة لتغيرات في الخلايا الجرثومية

Cleavage تفتلج
المراحل الأولى من إنقسام الخلية البعيدة إلى خلايا عديدة

Meroblastic تفتلج غير كامل (جزئي)
تفتلج في بيضة حيث ينقسم فقط من الزوتوبلازم ، بها يظل المنع بدون إنقسام ؛ يحدث في البيض الذي يملح

Holoblastic تفتلج كامل
تفتلج بحيث تنقسم الخلية البيضية تماما

Reproduction تكاثر
الحفاظ على النوع من جيل إلى جيل

Parthenogenesis تكاثر بكمري
تكون فرد جديد من بيضة غير مملعة ، كما في الدورات ، قبل البسات ، الخ

Schizogony تكاثر انقسومي (انملاق)
انقسام لا جنسي عديد في الأوليات

Commensalism تكافل
علاقة بين فردين أو أكثر من أنواع مختلفة ، بحيث يستفيد فرد واحد أو أكثر من هذه العلاقة ولا يتضرر الآخر

Tectin تكئين
مادة عضوية توجد في هياكل بعض الأوليات ؛ ككئين كاذب

Hepatic portal system جهاز داني كبدي
جهاز من الأوردة تنقل الدم من القناة الهضمية إلى الشعيرات (الجوهر) في كبدي الكائنات

Lymphatic system جهاز لنفاوي
جهاز من الأوعية الدقيقة في الكائنات. ينقل من الصفحات بين الأنسجة إلى الأوردة الكبيرة التي تدخل القلب، وهو جزء من الجهاز الدوري

Systemic جهازي
جزء من الجهاز الدوري ليس له علاقة مباشرة بالنفس

Sinus جيب
تجوف في عظم أو لحم في وعاء دموي

Limy جيري كلبي
يحتوي على أملاح الكالسيوم، خاصة كبريتات الكالسيوم

P₁ جبل أموي أول
الأول لفرد معين من جبل ف ١

Genes جينات
وحدات وراثية تنقل من جبل لأخر عن طريق الإنباح. وهي تسيطر على تكوين الصفات في الأفراد النحمة. العوامل. العوامل الوراثية المحددة.

Septum حاجز
جدار فاصل بين تجويفين أو تركيب

Unguligrade حافرة المشي
حيوانات متحركة للمشي على الحواف

Ureter حالب
قناة تنقل البول من الكلية إلى المثانة البولية أو إلى المجمع

Amino acid حامض أميني
حامض عضوي يحتوي على ذرة أمينية (N بهيدروجين). الأحماض

الأمينية هي الوحدات البنائية للبروتينات

Umbilical cord جبل سري
يحتوي على أوعية دموية ويدعم مسيح صام. يوصل بين الجنين والأم في الثدييات.

Notochord جبل ظهري
دعامة محورية علوية مرنة. يتكون في الحفلة البطنية للحبل العصبي في الجنين المبكر لجميع الحلييات، فيما بعد تحيط الفقرات بالحبل الظهرى أو تحل محله. كما في معظم الطيوريات.

Nerve cord جبل عصبي
جبل متناسك، يتكون من خلايا عصبية وبه عادة عقد. ويكون جزءا من الجهاز العصبي المركزي

Chordata حلييات
شعبة من الحيوانات لها جبل ظهري طوال حياتها أو لفترة فقط؛ تتضمن الفقاريات. السمك. والقريبات

Diaphragm جيباب حاجز
غشاء فاصل، كغشاء الأذن والحاجز العضلي بين التجويف الصدري والتجويف البطنى في الثدييات.

Orbit حجاج العين

Diploblastic ثنائي الطبقات
ينشأ من طبقتين جروليتين جيتيتين، أكتودرم وإندودرم

Dioecious ثنائي المسكن
الأعضاء التناسلية الذكوية والأنثوية توجد في فردين منفصلين

Adoral ح
جار الفم

Gastrula قهيب من الفم
جاسترولا

Gamete طور مبكر في التكوين الجنيني، وهي بلاستوتلة متعدة
جاميت (مشجعة)

Frontal خلية تناسلية أو جرولوية ناصجة؛ ذكوية (حيوان منوي) أو أنثوية (بيضة)

Soma, Somatic جسمي (بدني)
نسبة إلى الجسم أو خلايا الجسم، المقابل لها الخلايا الجرولوية.

Centrum جسم الفقري
يشبه الذكوية، ويحمل زوائد مختلفة

Integument جلد - غلاف
غلاف خارجي، خاصة جلد الفقاريات ومشتقاته

Cutaneous جلدي
نسبة إلى الجلد

Dermal جلدي - أدمي
نسبة إلى الجلد، خاصة طبقة النسيج الضام الداخلية في جلد الفقاريات.

Cuticle جلبد
غلاف خارجي رقيق لا يخترق للكاتن

glycogen جليكوجين (نشا حيواني)
مادة كيميائية (عديدة التسكر) تختزن في الخلايا والكبد؛ نشا حيواني

Copulation حجاج - سفاد
إتصال الجنين

Population جماعة
مجموعة من الأفراد تنتمي لنفس النوع، وتعيش في منطقة أو مكان معين.

Gregarious جماعي
العيش في جماعات أو قطعان ... الخ

Chondrocranium جمجمة غضروفية
الجمجمة الغضروفية لمستودات الفم والأسماك الغضروفية، أيضا ذلك الجزء من الجمجمة الجنبية في الفقاريات العليا الذي يتكون كغضروف.

Embryo جنين
حيوان صغير في أطوار التكوين قبل النفس أو الولادة

Fetus جنين متأخر
الأطوار الأخيرة للجنين داخل البيضة أو الرحم

الجزء الخلفي أو تجاه الطرف الخلفي (الذيل) ، بعيدا عن الرأس . عكس الأمامي

Ophisthocoelous - علفية الظهر

مقعر من الخلف ، كما في جسم بعض الفقرات

Cellular خلوي

نسة إلى الخلية . التركيب الخلوي

Cell خلية

كتلة صغيرة من مادة حية ، تتحرى عادة على بؤلة أو مادة

نوية . وهي وحدة تركيبية ووظيفية في النباتات والحيوانات

phagocyte خلية لمعية

كثرة الدم البيضاء التي تلتهم البكتيا ومواد غريبة أخرى ثم

تهدمها .

Germ cell خلية جرثومية

خلية تكاثرية في كائن عديد الخلايا

Chromatophore خلية صبغية

خلية تتحرى على مادة ملونة . وهي التي تغطي الميت للتلبد من

الحيوانات

Neuron خلية عصبية

خلية عصبية ذات روائد سيتوبلازمية (روائد شجرية . محور) ،

وتنجز بها المؤثرات العصبية

Flame cell خلية لهية

نوع من الخلايا الإخراجية المحفوفة الطيرية . توجد في اللافقاريات

معيية . تتحرى على مجموعة من الأهداب الحافظة (شبيهة

باللهب)

pentadactyle خماسي الأصابع

خمس أصابع سواء في اليد أو في القدم

Villus, Villi غلة ، حلات

بروز دقيق أصحي الشكل . يوجد العديد منها على البطانة المعوية

في الفقاريات

Gynandromorph مختنق

فيد في نوع ثنائي المسكن . جزء من الجسم أنثوي التركيب وجزء

آخر ذكري التركيب

Hermaphrodite مختنق

حيوان به أعضاء تسانل ذكينة وأنثينة

Gill عيشوم

عضو يستخدم في التنفس في الماء

Branchial حيشومي

نسبة إلى الخياشيم

Intracellular داخل الخلايا - خلوي

داخل الخلية

Endothermal داخل الحرارة

تولد الحرارة داخل الجسم ، كما في الطيور والثدييات

Endogenomus داخل الجو

ينمو أو يتشأ من الداخل

Recent حديث

الخليقة الحالية أو الهولوسينية في الجيولوجيا . قارن بالقديمات .

Free-living حرة المعيشة

حيوانات غير مثبتة وأيضاً غير طفيلية ، قادرة على الحركة

والعيشة المستقلة . قارن بالحيوانات المثبتة

Peristalsis حركة دودية

تقلصات عضلية لا إرادية منتظمة تنتقل عبر عضو مجوف .

خاصة القناة الهضمية

Statolith حصة التوازن

جسم كلسية في حويصلة التوازن

Otolith حصة السمع

حصة من أملاح الكالسيوم في الأذن الداخلية للفقاريات أو في

عضو السمع لبعض اللافقاريات

Fossil حفري

بقايا لكان مدفونة في الأرض أو في الصخر نتيجة لحوادث

طبيعية في العصور الجيولوجية القديمة

Papilla حلمة

أي شكل لحمي ، سواء صغير أو كبير

Crop حوصلة

جزء متسع ورفق الجدار من القناة الهضمية . يخزن فيه الطعام

بعض الوقت

Follicle حوصلة حراب

كيس أو غلاف خلوي دقيق

Acinus حوصلة جب

كيس طرق صغير في رنة أو غدة عديدة الخلايا

Alveolus حوصلة منخ

تجويف أو بفرة صغيرة . جب السه ؛ كيس هوائي طرق دقيق

في الرئة . وحدة طرفية في غدة حوصلية . فطرة صغيرة في

مستحلب

Statocyst حوصلة التوازن

عضو التوازن في بعض اللافقاريات

Vertebrate حيوان فقاري

حيوان له عظم ظهري مقل أو عمود فقاري . من دائريات

القم إلى الثدييات

Sperms, Spermatozoa حيوانات منوية

خلايا حسية ذكينة ناصجة متالة أو أمشاج ذكينة

Ectothermal خارجي الحرارة

حيوانات تحصل على الحرارة من البيئة الخارجية ، كما في جميع

الحيوانات عدا الطيور والثدييات

Castration عصى

إزالة المائل أو الغدد الجنسية وخاصة في الذكر

Testis, Testes خصية ، خصيتان

الغدة الجنسية الذكينة أو المائل الذي يتكون فيه الحيوانات المنوية

Posterior خلفي

Saprophyte

زئيمى
كائن يعيش على المادة العضوية الميتة

Amnion

رهل
غشاء مزفوج داخلى مملوء بسائل رهل مائى . يحيط بالجنين المتكون فى الزواحف أو الطيور أو الثدييات ، غشاء مغرد مشابها حول الجنين فى الحشرات

Dendrite

رائدة شجرية
رائدة فى الحلية العصبية تنقل المؤثرات إلى جسم الخلية . وهى غالبا متفرعة

Hyaline

زجاجى
رائى أو شبه شفاف

Fin

رشفة
جزء تمتد من الجسم فى حيوانات مائية . يستعمل فى الحركة أو التوجه

Zygote

زيجوت
بيضة مملعة نتج من إندماج مشيجين من جنسين مختلفين . البهجة والحيوان الخوى

Protandry

السق الذكوى
إنتاج الحيوانات الذوىة ثم البيض بعد ذلك من نفس المسلى

Spore

سبورة (جرلومة)
حلية غامقة مغطاة فوى ، لها القدرة على تكوين فرد جديد

Cellulose

سلولوز
الكربوهيدرات التى تكون جدار الخلية النباتية . يوجد أيضا فى برنس القرميات

Auditory

سمعى
يتخصص بعضو أو حاسة السمع

Otic

سمعى - أذنى
نسبة إلى الأذن

Sagittal

سمعى
نسبة إلى المستوى الوسطى الممتد من الأمام للخلف لحيوان جالس القائل ، أو مقطع موزاى هذا المستوى .

Flagellum

سوط
جزء تمتد محيطى الشكل طويلا ، له القدرة على التذبذب . يوجد فى الأوليات السوطية وفى الخلايا المبطونة للإسفنجيات

Cytoplasm

سيتوبلازم
الجزء من الخلية خارج النواة وداخل غشاء الخلية

Cytosome

سيتوسوم
أنظر السيتوبلازم

Coelom

سيلوم
تجويف الجسم الذى يقع بين جدار الجسم والأعضاء الداخلية فى العديد من الحيوانات عديدة الخلايا . وهو ميعن بالبروتون (ميزودرم)

Pseudocel

سيلوم كاذب

Suture

فروز
خط اتصال بين عظميين أو بين جزءين من هيكل خارجى

Carapace

درقة
القشرة الصلبة للسلاحف والقشريات

Blood

دم
سائل يندور فى الجهاز الوعائى أو النورى لعديد من الحيوانات

Hemal

دموى
نسبة إلى الدم أو الجهاز الوعائى الدموى

Adipose

دهنى
نسبة إلى الدهن

Cirrus, Cirri

دؤابة، دؤابات
تركيب أو طرف صغير رقيق ، مرد عادية

Ungulates

ذوات الحوافر
حيوانات لها حوافر ، كالغزال والحصان

Unguiculate

ذوات الخنايف
حيوانات لها خنايف ، كالقط

Biramous

دو فرعين
دو فرعين ، ثنائى الفرع

Caudal

ذئلى
نسبة إلى الذئيل أو الجزء الخلفى للجسم

Cephalothorax

رأس صدر
جزء من الجسم يتحد فيه الرأس والصدر معا

Cephalic

رأسى
نسبة إلى الرأس أو تجاه الرأس

Lung

رئة
عضو للتنفس الهوائى

Pulmonary

رئوى
نسبة إلى الرئة

Tetrapod

رباعى الأرجل
حيوان نظارى له أربعة أطراف - الوميات ، الزواحف ، الطيور ، والثدييات

Cheliped

رجل كلاية
الطرف الصدرى الأول (كلاية) للجمبرى والقشريات

Uterus

ذوات القرم
رسم

الجزء الخلفى المسع لثلاثة البيض ، يلفظ فيه البيض حيث ينقسم ويكون الجنين

Sedimentary

رسولى
فى الجيولوجيا ، صخور متكونة من كربونات الكالسيوم ، طين ، رمل ، أو حمى ، تترسب فى لقاء أو فى تنخفضات على الأرض ، ثم ثبت أو تضغط وتصلب صلبة . تتواجد الحفريات فى مثل هذه الصخور .

تركيب يتجه بعيدا عن نقطة أو مصدر معين . مثل الشهاب
الصادر
Pigment صبغ
مادة ملونة
Thorax صدر
الجزء الرئيسى من الحيوان . على الرأس ؛ فى العقليات الأوصية
محاط الصدر بالضلوع
Pectoral صدرى

نسبة إلى منطقة الصدر العليا
صفات جنسية ثانوية
Secondary sexual characters

الصفات التى غير ذكرها عى أنثى من نفس النوع . ولكن ليس
لهذه الصفات علاقة مباشرة بالتكاثر
character, characteristic صفة . خاصة

صفة مميزة أو خاصة لكائن حى
صفة سائدة
Dominant character

صفة موروثة من أحد الأبناء تظهر فى السِّل وتُسود على صفة
أخرى (متنحية) من الأب الآخر
Allele, Allelomorph صفة متضادة

الشكل المتبادل للجنس . له نفس الموضع فى الكروموسومات
المتشابهة . أيضا الصورة المتضادة لصفة مبدئية
Recessive character صفة متنحية

صفة من أحد الأبناء لا تظهر فى الأبناء عندما تكون مرتبطة
بصفة سائدة من الأب الآخر
Sex-limited character صفة محددة للجنس

صفة تنتمي لجنس واحد فقط . وهى عادة صفة حسية لثانية
Sex-linked character صفة مرتبطة بالجنس
صفة مرتبطة بالجين المحمول على كروموسوم الجنس
Acquired character صفة مكتسبة

صفة تنشأ خلال حياة فرد إستجابة للبيئة أو لسبب فيسيولوجى
lamella صفيحة
طبقة رقيقة صفيحية الشكل

صمام
Valve تركيب ينحصر أو يقفل فتحة فى الحيوانات ، ثنيات رقيقة و
الأزودة أو الأوعية اللمفية أو القلب . عضلات دائرية حول
مخرج أنبوى . أيضا الصفيحة الخارجية لحيوان رخوى دى مصراعين
أو للبراكيوبود أو لبعض القشريات .

صوان الأذن - حجاب زعنفلة
Pinna حجاب أو زعنفلة أو الجزء البارز أو الخارجى للأذن فى الثدييات

ص
Vestigial صامر - أثرى
تركيب صغير أو صامر ، وهو يمثل تركيبا كان فى السابق تام
التكوين

صفيحة
Plexus شبكة من الأعصاب أو الأوعية الدموية المتضفرة

تجويف الجسم غير المبطن بالبريتود . ولا يكون جزءا من
الجهاز الوعائى الدموى . كما فى الحفريات وبعض اللاطافيات
الأخرى . قارن بالسلوم والتجويف الدموى
Siliceous سيليكى
يحتوى على السيليكا أو تالى أكسيد الكربون

ش
Retina شبكية
طبقة حلوية فى العين تحوى على مستقبلات الحوافز الضوئية

شبه الدهون
Lipoid دو طبيعة دهية
شجرى

Arboreal ينحصر بالأشجار أو بالعيش على الأشجار ، كالحيوانات التى
تقطن الأشجار

شرح إست
Anus الفتحة الخلفية للفتاة المضمية
شرح

Vent الفتحة الخارجية للصبغ أو الأمعاء . خاصة فى العقليات عدا
الثدييات . مثل الطيور والزواحف والأسماع

شمرقة
Cocoon محفلة واقية تحيط بمكثلة من البيض . أو بيرقة . أو بغيراء . أو
بحيوان بالغ أحيانا

شريان
Artery وعاء أنبوى ينقل الدم بعيدا عن القلب
شعرة هوائية

Bronchus أحد فرعى القصبة الهوائية التى تنقل الهواء إلى إحدى الرئتين
Hair شعرة
عمو حيطى رقيق من حلد الثدييات وعلى الأسطح المعرضة لبعض
معضلات الأرحل

شعيرة
Capillary وعاء أنبوى دقيق . يتركب جداره من طبقة واحدة من الخلايا
الرقيقة حيث يتم الانتشار حلالا . مصفوفة عامة فى الشبكة
الموصلة بين الترانين والأزودة

شفت
Fascia غلاف من نسج صام يعطى عمودا أو يتصل بمصلة

شعوى
Labial نسبة إلى الشعفة
شفة

Antimere إحدى القطع المتعددة المتشابهة أو المتماثلة التى يتركب منها
جسم الحيوان الشعاعى المتائل

شمى
Olfactory نسبة إلى حاسة الشم
شوكة

Chaeta, Seta تركيب رفيع صلب كالشعرة الحفنة
ص

Efferent صادر

عامل أو مسبب، في علم الوراثة يشرح المسبب الوراثي النوعي
لصفة وراثية، مثل الجين

Sacrum

عجز

الجزء الخلفي للعمود الفقاري المتصل بالحزام الحوضي

Haploid

العدد القدي

العدد المفرد أو النصفى للكروموسومات (ن) الذي يوجد في
الخلايا الجرثومية الناصحة

Diploid

العدد المصاعف - العدد الثنائي

العدد الزوجي أو الجسمي للكروموسومات، وهو العدد العادي
للكروموسومات في جميع الخلايا عدا الخلايا الجرثومية الناصحة
لكائن ما

Polyphyletic

عديد الشعبة

يحمل من أكثر من أصل تطوري

Polyplod

عديد المجموعة الكروموسومية

الكائنات التي تحوي على ثلاثة أمثال العدد الكروموسومي أو
أكثر

Asymmetrical

عدم التماثل

بدون تماثل

Anamnia

عدىة الرجل

الطفليات التي لا يحيط بأجنحتها الرجل أثناء التكاثر -
مستديرات الدم، الأسماك، والبرمائيات

Nerve

عصب

خزمة من الألياف العصبية توجد خارج الجهاز العصبي المركزي
عصبي

Neural

نسبة إلى الجهاز العصبي

Brachial

عصلي

نسبة إلى الطرف الأمامي أو الصدري

Abductor

عضلة مبعدة

عضلة تسحب جزءا من الجسم أو طرف ما بعيدا عن المحور، أو
تفصل حزمين

Adductor

عضلة مقربة

عضلة تسحب جزءا من الجسم تجاه المحور الوسطي. أو تقرب
أجزاء من بعضها البعض

Organ

عضو

أى جزء من الحيوان يؤدي وظيفة معينة، وهو مجموعة من الخلايا
أو الأنسجة تعمل كوحدة تخدم غرضا معينا

Effector

عضو استجابة

تركيب يحول المثيرات الحركية إلى فعل حركي

Sense organ

عضو حسي

عضو يحوي على جزء حسي لنوع معين من المثيرات

Organelles

أعضاء صغيرة - عضيات

أجزاء متخصصة في حيوان أولي تقوم بوظائف معينة (تماما
كالعضو في الحيوانات عديدة الخلايا)

Ganglion, ganglia

عقدة - عقد

مجموعة أو تجمع من أحسام الخلايا العصبية، وهي متباعدة
وتعمل كمركز للتأثير العصبي

ط

Stratum

طبقة

طبقة من الخلايا (من الناحية التشريحية) : طبقة من الصخور
الرسوبية (من الناحية الجيولوجية)

Germ layer

طبقة جرثومية (جنينية)

تتكون على أية طبقة من الطبقات الأساسية (إكتودرم ، إنودرم ،
ميزودرم) في جين مسكر لحيوان عديد الخلايا ، وتتكون منها
أنسجة وأعضاء الحيوان البالغ

Stratified

طبقي

طبقات متتالية من الخلايا. واحدة فوق الأخرى

Tympanum

طبلة

عشاء مثقوب، له أهمية في السمع، طبلة الأذن أو غشاء
الطبلة

Genotype

طراز جيني

التكوين الوراثي الداخلي لكائن مصروف النظر عن صفاته الخارجية
(قارن بالطراز الظاهري)

Phenotype

طراز ظاهري

الشكل الخارجي لقرد دون النظر إلى تركيبه الجيني أو الوراثي
(قارن بالطراز الجيني)

Karyotype

طراز نووي

مظهر مجموعة الكروموسومات خلية حسيمة (الحجم والتشكل
والعدد)

Appendage

طرف - رالدة

جزء بارز متحرك في الحيوان عديد الخلايا ، ويقوم بوظيفة حركية
طرفة

Mutation

تحور

تحور فجائي لصفة وراثية - أيضا تحور في الجين المسلول عن هذه
الصفة

Parasite

طفيل

كائن حي يعيش داخل أو خارج كائن آخر . وهو عادة يعيش
على حساب الكائن الآخر (المائل)

Ectoparasite

طفيل خارجي

طفيل يعيش خارج جسم المائل

Enoparasite

طفيل داخلي

طفيل يعيش داخل المائل

Epithelium

طلائية

طبقة (أو طبقات) من الخلايا تغطي أو تبطن تجويفها

Molars

طواحين

الأسنان الخلفية الدائمة لحيوان ثدي

Dorsal

ظهري

نسبة إلى الظهر أو السطح العلوي

ع

Host

عائل

كائن يأوي كائنا آخر كطفيل

Factor

عامل

Acuole	فتحة الشبيهة بالقلم للجاستروطة
Food vacuole	فتحة تجويف صغير جداً داخل الخلية ، يحيط به عادة مواد سائلة تتحرر من نشاط الـروتوبلازم فتحة غذائية
Ramus	عظم صغير داخل الخلية يختص بالعضم فرع
Reflex action	فعل إنكاسي فعل ينتج عن حافز حسي وارد لمركز عصبي ، ثم أنشأته كحافز حركي صادر ، هذا الفعل ليس له علاقة بالمراكز العصبية العليا أو المخ ، ويختص باستجابة آلية له ما
Vertebra	فقرة إحدى الوحدات التركيبية العظمية للهيكل المحوري أو العمود الشوكي في الفقاريات .
Mandible	فك سفلي ، فك أمامي الفك السفلي في الفقاريات ، الفك الأمامي في مفصليات الأرجل
Blastomere	فتحة إحدى الخلايا المبكرة التي تتكون عند أنقسام البويضة
Nephrostome	فم الغريبة - فم كلوي المدخل الملهب للغريبة أو للأنيبي الكلووية ناحية التجويف السيلومي .
Buccal	فم نسبة إلى الفم أو الحلق
Oral	فم نسبة إلى الفم ، أيضا تستخدم بالنسبة للمنطقة القريبة من الفم
Fauna	فونة جميع الحيوانات التي تعيش في منطقة معينة ، أو في فترة من الزمن
Vitamin	فيتامين مادة عضوية ، وهي عامل غذائي هام يحتاج إليه الجسم بكميات بسيطة للنمو المادي والتأدية وظائفه
Pheromone	فيرومون دليل كيميائي ينتقل بين أفراد نفس النوع
Prehensile	قابض - ماسك عضو مصحور للقبض أو المسك
Gizzard	قائمة جزء عمل ميك من القناة الهضمية
Prostomium	قلفم الحلقة قبل القمة في الحلقيات
Pseudopodium	قدم كاذب بروز يتصلق من الـروتوبلازم ، يستخدم في الحركة والاصطناع في بعض الأوليات والخلايا .

Segment	فتحة - قطعة قطعة مميزة أو منفصلة عن القطع الأخرى ، إحدى القطع المتتابعة
Ecology	البيئة الجسم أو لظروف علم البيئة
Cervical	عنقي تخصص بدراسة العلاقات بين الكائن الحي وبيئته
Ocellus	نسبة إلى العين عين بسيطة
Ocular, ophthalmic	عين عين صغيرة بسيطة توجد في العديد من اللافقاريات
Gland	غ فتحة عضو لإفراز أو الإخراج
Endocrine	فتحة صماء فتحة لا قلبية ، ذات إفراز داخل (هرمون) ، ينتقل إلى الدم مباشرة
Ductless gland	فتحة لا قلبية فتحة تتحرر وتفرز هرمونات (الغدد داخل) مباشرة إلى الدم ، فتحة صماء
Instinct	غريزة ، طبيعى نوع موروث من الأفعال ، يتحكم بجوهر معين ، وهو غالبا ذو طبيعة معقدة ، أفعال إنكاسية مترابطة تؤدي إلى نهاية محددة
Membrane	غشاء صفحة رقيقة رقيقة من الخلايا ، أو من مواد تفرزها الخلايا
Allantois	غشاء جنيني غشاء جنيني يور من المني الخلفي ويقوم بوظيفة التخلص والإخراج من أجبة الزواحف والطيور . ويصبح فيما بعد جزءا من الحبل السري . ويتحد مع الكورديون ليكون المشيمة في الثدييات .
Operculum	غطاء صفحة تغطي المخارج من الأسماك العظمية ، أيضا الصفحة التي تغطي فتحة بعض القواقع .
F₁, F₂, etc	ف ₁ ، ف ₂ ، الخ إحصائيات للجيل البشري الأول ، الجيل البشري الثاني ، الخ ، وهي تشير إلى الأجيال المتتالية بعد عملية خلط السلالات .
Ostium, Ostia	فتحة ، قلب ، فتحات ، قلوب فتحة مجرى ، غرس عادة بصمام أو عظمة دائرية
Naris, Nares	فتحة الأنف : فتحات الأنف فتحة الممرات الحوائية ، سواء الداخلية أو الخارجية ، في الرأس
Choana	فتحة الأنف الداخلية فتحة الأنف الداخلية
Blastopore	فتحة فتحة الفتحة بين المسالك الألفية والهجوم (أو الفم) .
	فتحة الجاستروطة

Efferent ductules	قنوات صادرة	القائدة .
	قنوات قصيرة تحمل الحيوانات المنوية من الخصية إلى القناة الملقحة	
Coelomducts	قنوات سيلومية	
	قنوات تنقل الميوذود . تنقل الامشاج أو النواتج الإخراجية ، أو كليهما ، من السيلوم إلى الخارج	
Aortic arch	قوس أورطي	
	شريك كبير يتصل من القلب في الفقاريات . أحد الشرايين المزدوجة الموصلة بين الأورطي الخلفي والأورطي الظهري في منطقة البلعوم أو الحنجرة	
Organism	كائن حي	
	بائت أو حيوان . يحصل كوحدة	
Calory	كالوري	
	وحدة حرارية الكالوري الصغرى هو كمية الحرارة التي ترفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة	
	الكالوري الكبير هو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو جرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة (عند درجة ١٥)	
Hepatic	كبدى	
	نسبة إلى الكبد	
Glomerulus	كشع	
	كتلة صغيرة مستديرة من الأوعية . شبكة من الشعيرات في كبدية كلوية	
Epiphysis	كروموس جسم صغرى	
	الجزء الطرفي أو الخارجى من العظم الذى يتصل بمصفا -	
	ايضا الجسم الصغرى وهو بروز ظهري من الخ الحسى في الفقاريات	
Chromatin	كروماتين	
	المادة التى تصبح بسهولة بلود داكن في نواة الخلية . تظهر بوضوح في الشبكة النووية وفي الكروموسومات عند الانقسام غير المباشر	
Chromosomes	كروموسومات	
	أجسام مجرمة تنقل الصبغ بشفة . تتكون من الكروماتين في نواة الخلية أثناء الانقسام غير المباشر . وهي التى تحمل الجينات أو العوامل الوراثية .	
X, Y chromosomes	كروموسومات X, Y	
	كروموسومات لها علاقة بالجنس في العديد من الحيوانات	
Sex chromosomes	كروموسومات الجنس	
	كروموسومات خاصة . تختلف في الذكر عنها في الأنثى . وهي تخص بتحديد الجنس . كروموسومات X, Y	
Homologous chromosomes	كروموسومات متشابهة التركيب	
	زوج من الكروموسومات لها تركيب متشابه نسبيا . كل كروموسوم من أحد الأبوين .	

Blastodisc	قرص جنينى	
	المنطقة الجنينية في البيضة النوية بلع . التى تكون الجنين	
Antenna	قرن استشعار	
	رائحة حسية . خاصة في مفصليات القدم . لا تخص بالإحساس بالصبر أو الإبصار	
Chelicera	قرن كلاص	
	أحد الأزواج الأمامية من الأطراف في الحكيات . مثل الصكوت والقرب وسرطان حدوة الحصان	
Cornified	قرنى	
	صلب أو قرى الشكل . حل الكالو على الجلد . الظفر . الخشب . منظر المطاط . الخ .	
Cornea	قرنية	
	الغلاف الخارجى الشفاف للعين	
Proximal	قريب	
	قريب نسبيا من مكان اتصال أو مركز الجسم . عكس بعيد	
Cortex	قشرة	
	الطبقة الخارجية أو الظاهرية لتركيب ما	
Trachea	قصبة هوائية	
	أنبوبة هوائية . القصبة الهوائية للفقاريات الأرضية تمتد من الزمارة إلى الرئتين ؛ جزء من الجهاز التنفسي للحشرات وبعض مفصليات القدم	
Penis	قصب	
	العضو التناسلي للذكر . يقوم بملء الحيوانات المنوية للمخبرى	
	التناسلي للأنثى	
Metamere	قطعة عظمية	
	أى من أجزاء الجسم المتشابهة والمتشابهة . كما في الحلقيات . مفصليات القدم . أو الحليات - قطعة جسمية	
Pleuron	قطعة جانبية	
	صفحة جانبية توجد على كل جانب من جانبي العظمة في مفصليات القدم .	
Somite	قطعة جسمية	
	أحدى القطع المتشابهة . أو القطع المتشابهة للجسم .	
Myomere	قطعة عضلية	
	قطعة أو عظمة عضلية	
Cardiac	قلبي	
	نسبة إلى القلب أو القريب من القلب	
Apical	قمي	
	عند القمة . كما في التركيب مخروطي	
Duct	قناة	
	أنبوبة تستخدم في نقل سائل أو نواتج أبوية أخرى . أو إفراز من الغدد ؛ وتفتح على السطح أو في حجرة كبيرة .	
Eustachian tube	قناة إستاكوس	
	قناة بين البلعوم والأذن الوسطى في القنوليات الأرضية	
Oviduct	قناة البيض	
	القناة التى تنقل البيض من المبيض إلى الرحم أو إلى الخارج	
Dactus deferens	قناة ناقلة	
	قناة منوية تمتد من القنات الصادرة إلى الجمع أو القناة	

Tactile	لمس نسيبة إلى أعضاء اللمس أو حساسة اللمس
Lymph	لمف سائل دموي عديم اللون (بدون كريات دم حمراء) . يوجد بين الأنسجة وفي الشعيرات أو الأوعية اللمفية .
Lophophore	لوفوفور بنية قهيب من مصفوفة اللحم وتحمل لزاس مجوفة . يوجد في بعض اللاقنات
Fiber	ليف خزعة عظمى الشكل رقيق من نسيج ما
Nocturnal	ليل النشاط نشاط ليل
Fibril	ليفه ليفه صغيرة
Aquatic	مائي نسبة إلى الماء أو المعيشة في الماء
Mucous	مادة مخاطية مادة لزجة تفرز من خلايا مخاطية أو غدة مخاطية أو غشاء مخاطي
Solute	مادة مذابة مادة تذوب في محلول . كالسكر في الماء
Ovary	مبيض عضو ينتج خلايا بيضية ويعدنها
Heterozygote	متباين الصفات فرد يتكون من اندماج خليتين جرميتين تحتويان على جينات متباينة لصفة معينة . وكلا الجينات من زوج متضاد أو من سلسلة متضادة . فارق مع متماثل الصفات
Specialized	متخصص غير بدائي . يتصور في التركيب أو الوظيفة لأداء غرض معين أو أسلوب معين للعناية .
Scansorial	متسلق نسبة إلى التسلق أو التحور للتسلق
Homologous	متشابه التركيب تشابه في الأصل والتركيب والتكوين الجنسي من أصل بدائي
Poikilothermal	متغير الحرارة درجة حرارة الجسم متغيرة . مميزة لجميع الحيوانات عدا الطيور والفقاريات
Convergent	متقارب الظهور من بعض . أو الميل تجاه نقطة مشتركة
Homozygote	متماثل الصفات فرد ينتج من اندماج خليتين جرميتين تحوي على جينات متشابهة لصفة معينة . فارق مع متباين الصفات
Omnivorous	تنوع الغذاء حيوان يتغذى على جميع أنواع الغذاء . سواء حيوانية أو نباتية .
Bladder	مثانة

Chromomere	كرومومير أجزاء كثيفة داكنة من الكروموسوم
Corpuscle	كثبة تركيب صغير أو دقيق . أو خلية سائلة أو مصفوفة . مثل كثبة الدم أو كثبة العظم
Leukocyte	كثبة دم بيضاء خلية دم بيضاء .
Erythrocyte	كثبة دم حمراء خلية دم حمراء . وهي حمراء للفقاريات
Lymphocyte	كثبة لمفية كثبة دم بيضاء لها نواة كبيرة غير مغطاة وغير محبة . توجد في الأوعية الدموية والمخاطية
Calcareous	كلسي يتكون من أو يحوي على كربونات الكالسيوم .
Chlorophyll	كلوروفيل صبغ أخضر في النباتات وبعض الحيوانات . يختص بعملية التقطير الضوئي
Renal	كلوي نسبة إلى الكلية
Chorion	كوريون الغشاء المزدوج الخارجي الذي يحيط بتبين الرضاع والطور والتغذيات . في الثدييات يتحد مع الغشاء المباني ليكون المشيمة . الغشاء الخارجي لبيضة الحفيرة .
Chitin	كيتين كربوهيدرات تركيبية تفرز في الهيكل الخارجي للصلصات القدم وبعض الحيوانات الأخرى
Bursa	كبي جيب أو كيس . مثل كيس المفصل
Cyst	كيسة غشاء واقى مقاوم . يتكون حول حيوان أول أو كائن صغير أثناء التكاثر أو عندما تسوء الأحوال البيئية . وهو على شكل كيس صغير أو محفظة .

ل

Asexual	لا جنسي لا علاقة له بالجنس . لا يتضمن أمشاجاً أو اتحاداً أنثيين
Invertebrate	لا فقاري أى حيوان بدون عمود فقري من الفقاريات . من الأوليات إلى السحيم .
Aboral	لا فم بعيد عن الفم
Tentacle	لائحة طرف طويل مزق . يوجد عادة بالقرب من الفم
Lingual	لساني نسبة إلى اللسان
Salivary	لغابي نسبة إلى غدة الفم التي تفرز اللعاب

Mesentery	مساويقا
صليحية مسيحية تتصلق بها أعضاء في تحوير الجسم ، وهي متصلة بالبريتون المطى للتحويل	
Pathogenic	مسبب للمرض
يسبب أو يحدث المرض	
Colony	مستعمرة
مجموعة من الكائنات من نفس النوع تعيش مع بعضها البعض .	
معيثة :طاعية . على العكس معيشة انفرادية	
Receptor	مستقبل
هياكل عصبية حرة أو عصب حسي . له القدرة على استقبال مؤثرات بيئية معينة وتحويلها إلى حوافز عصبية حسية	
Rectum	مستقيم
الجزء الواسع الأخير من القناة الهضمية	
Synapse	مشبك عصبي
موضع اتصال حلقة عصبية بأخرى . تقل حلاله الحوافز العصبية	
Plantigrade	عصى على الأرض
المشي على إصبع القدم . كما في الإنسان أو الدب	
Digitigrade	مشي على الأصابع
المشي على الأصابع	
Placenta	متمشمة
عصو اتصال الحيد برحم الأم في الثدييات العليا . يتم عن طريقه انطال المواد إلى الجنين لعمليات الأيض . أنظر الكوريون	
Serum	مصل
بلازما الدم بعد إبعاضها عن الخبطة ، لا تحتوي على خلايا أو فبرين	
Serous	مصل
إفراز مصل مائي عديم اللون . كما في غدة أو غشاء مصل	
Homology	مضاهاة
تشابه في التركيب	
تشابه في التركيب بين عضو أو جزء من حيوان ووحدة من حيوان آخر . كالأعضاء المتشابهة من أصل مشترك . فإز التناظر	
Compressed	مضغوط
متمزق عروصا . ومططح جانبيا	
Symbiosis	معايشة
علاقة بين كائنين من نوعين مختلفين؛ أنظر تبادل المنفعة . الطفيل	
Enteron	معي
تحوير هضمي . خاصة الجزء المطى بالإندودرم	
Stomodeum	معي أمامي
جزء تحوير القم البطن بالإندودرم	
Proctodeum	معي خلفي
الجزء الأخير من القناة الهضمية . القريب من الشرج . وهو مبطن بالإندودرم	
Archenteron	معي قديم
التحويل الهضمي الأول لحيد حيوان عديد الخلايا . يظهر أثناء تكوين الحاسترولة	
Predator	مفترس

Sessile	كيس رفيع الحمار يحوى على سائل أو غار
متيت جالشي	
متيت بصمغذائفة . مسطر . عور حر الحركة	
Ruminant	مضغ
حيوان للذي أروسي أكل نبات . يعض الغذاء المضغ . كالغرة أو الغزال	
Community	مجمع بيئي
مجموعة من الكائنات من أنواع مختلفة تعيش معا . يجمع بينها متطلبات بيئية مشتركة	
Urethra	مجرى البول
قناة تدفع بالبول من المثانة إلى الخارج في الثدييات . وتتصل بالأوعية الصادرة في الذكر	
Cloaca	مجمع
الخروج الأخير من القناة الهضمية في العديد من الحشرات ، مجرى عام من الأعضاء الهضمية والإخراجية والتناسلية في طيوريات عديدة .	
Spermatophore	مجموعة موية حامل موى
حزمة من الحيوانات النوية يطلقها الذكر وتنقل إلى الأنثى	
Yolk	عج
قطرات من الزيت أو الدهن تخزن داخل البيضة وتستخدم في تغذية جنين المستقبل	
Axis	شور
المدار الذي تنوب حوله الأجزاء بطولية متناظرة	
Axon	محور الخلية العصبية
رائدة للخلية العصبية نقل المؤثرات بعيدا عن جسم الخلية	
Peripheral	محيطي
تجاه السطح . بعيدا عن المركز	
Cerebrum	مح
بعضا الكرة المخية	
الجزء الظهري الأمامي للمخ الأمامي في الفقاريات ، يتكون من كتلتين نصف كرويتين	
Cerebral	مخي
نسبة إلى المخ ككل . أو إلى نصف الكرة المخي الظهري الأمامي . أيضا إلى العقد العصبية الأمامية الخية الشكل في لا فقاريات مختلفة	
Cranial	مخي
نسبة إلى الجمجمة أو المخ ، مثل العصب المخي	
Cerebellum	مخيخ
التركيب الأمامي من المخ الخلفي	
Syncytium	مدمج خلوي
كتلة أو طبقة من البروتوبلازم تحوى على أنوية عديدة لا يفصل بينها أغشية خلوية	
Solvent	مذيب
سائل له القدرة على إذابة مواد معينة	
Esophagus	مرءى
جزء من القناة الهضمية بين البلعوم والمعدة	
glottis	مزمار
الفصحة التي تزدهى من البلعوم إلى القصبة الهوائية	

تفتحها جسم الحيوان

حيوان يقتصر ويفترس حيوانا آخر ليفتد عليه

Joint

مفصل مكان اتحاد عظمتين بمفصلين أو أي تركيبين صلبين . أيضا

يسبب إلى عقل الأطراف المفصلي

Articulate

مفصل اتصال بالمفصل

Depressed

مفلطح مفلطح عموديا من أعلى

Amphicoelous

مقعر الوجهين مقعر عند كل الطرفين ، كما في جسم بعض الفقريات

Convolted

ملتف ملتف

Palp

ملمس جزء بارز أو طرف . وهو حسي غالبا . يوجد على الرأس أو

ماقرب من القدم في بعض اللافقاريات

Stimulus

مبه غير في البيئة الخارجية أو الداخلية لكائن حي . له القدرة على

التأثير على بعض فعاليات الكائن الحي أو أجزاء منه

Gonad

متسل عضو تكاثر (منوي ، حضية ، أو جنبي) تتكون فيه الأمشاج

(بيض أو حيوانات منوية)

Seminal

صوي يسبب إلى تركيبات أو حيوانات منوية في سائل (مني)

Vagina

مهبل الجزء الأخير من القناة التناسلية الأنثوية . يستقبل فيه

الجماع الذكري أثناء عملية الجماع

Matrix

موجد مادة بين الخلايا . كما في الأنسجة الصلبة والمصفوف . أيضا

Metazoa

متاروا متعددات متاروا

حيوانات عديدة الخلايا . تتركب الخلايا في أنسجة عادة . وهي

تنظم جميع الحيوانات ما بعد الإسفنجيات

Medusa

ميدوسة أحد نوعين من الأفراد في اللاسعات . وهي عادة حرة المعيشة

وتكاثر حسي

Mesenchyma

ميزنكيما أجزاء من المبروردة في حين نظائري . ويكون الأنسجة الصلبة

والموالية

Mesoglea

ميروجلها هلام صومط مادة هلامية بين الطبقتين الخارجيتين والداخلية لحيوان

ثنائي الطبقات . مثل قنديل البحر

Mesoderm

ميزودرم خلايا حشوية أو طبقات حاوية بين الإكتودرم والإندودرم

Micrometer-Micron

ميكرومتر ميكرون وحدة قياس ميكروسكوبية . ١.٠٠٠ من المليمتر تقريبا

nm

نمينا غطاء كثيف أيضا على أسنان الفقاريات . وهو أصل مادة

ن

Tissue

نسيج طبقة أو مجموعة من الخلايا في عضو أو جزء من الجسم ، يتميز

بأن له نص التركيب والوظيفة

Maturation

متزوج بلوغ المراحل الأخيرة في تكوين الخلايا التناسلية للتزاوج ، ويتم

انفصال الكروموسومات المشابة . بحيث تحتوي كل خلية أو

مشتقة على نصف عدد الكروموسومات (العدد الفردي)

Nephridium

نفرية عضو إخراجي في اللافقاريات (خلية أو أكثر) الطرف

الداخلي مقفل . قد يفرغ أو ينتهي بخلية (خلية أنبوبية) .

أنظر أيضا الخلية الهيمية

Metanephridium

نفرية معوية عضو إخراجي أنبوي . الطرف الداخلي يفتح في السلولم

والطرف الخارجي يفتح للخارج . كما في دودة الأرض

Nucleus

نواة تركيب غليز من بروتينلازم الخلية . كاسر للضوء ، به

كروماتين يمتلئ بالصبغ شديدة الكثافة لسيطر على الأنشطة

الأنشيطية ، وتوجد في خلايا جميع الكائنات عدا البكتيريا

Nucleolus

نوية كتلة بيضاوية داخل النواة في معظم الخلايا ، وظيفتها غير

محددة . ولكنها تختفي أثناء الانقسام غير المباشر

Diurnal

نهاري النشاط ينحصر بالنشاط أثناء النهار

Spcies

نوع وحدة تصنيفية من الحيوانات أو النباتات

هـ

Hybrid

هجين نتاج أبوين متباينين في صفة وراثية أو أكثر ؛ جينان الصفات

Monohybrid

هجين منفرد نتاج الآباء التي تختلف في صفة واحدة فقط

Cilium, cilia

هديد . أهداب رائدة شعيرية الشكل ميكروسكوبية متصلة بسطح الخلية ؛

كثيرة العدد عادة . ومروبة في صفوف ؛ لها القدرة على

الاهتزاز

Hormone

هرمون منظم أو منسق كيميائي تفرزه خلايا أو غدد لا قوية ، ويحمل

الدم . أنظر الغدد الصماء

Digestion

هضم عملية تمجهر الغذاء للامتصاص والأعضاء

Alimentary

هضمي اغطائي غذائي تخص بالغذاء أو الهضم أو القناة الهضمية

Aerial

هوائي يعيش أو يتواجد في الهواء

Habitat	وسط بيئة
	المكان المأوى أو الطبيعي لفرد أو مجموعة من الكائنات
Function	وظيفة
	نشاط أو عمل أى جزء من الكائن الحي
Vas: Vasa	وعاء : أوعية
	وعاء أو قناة أنبوبية صغيرة . خاصة التى تخرج من الحصى
Vessel	وعاء
	تركيب أنسوف ينقل السوائل . خاصة الدم أو اللمف
Vascular	وعائى
	مسة إلى الأوعية أو القنوات التى تنقل الدم أو اللمف
Gastrovascular	وعائى معدي
	يقوم بوظيفة الهضم والدوران
Viviparous	ولود
	يولد صغاراً أحياء . تتكون من بعض داخل جسم الأم . تأخذ غذاءها من دم الأم . كما فى معظم الثدييات
Ovoviviparous	ولود يوضع
	يتج ببناً يحمى جنيناته وقلبه داخل جسم الأم . كما فى بعض الأسماك والزواحف والمفصليات

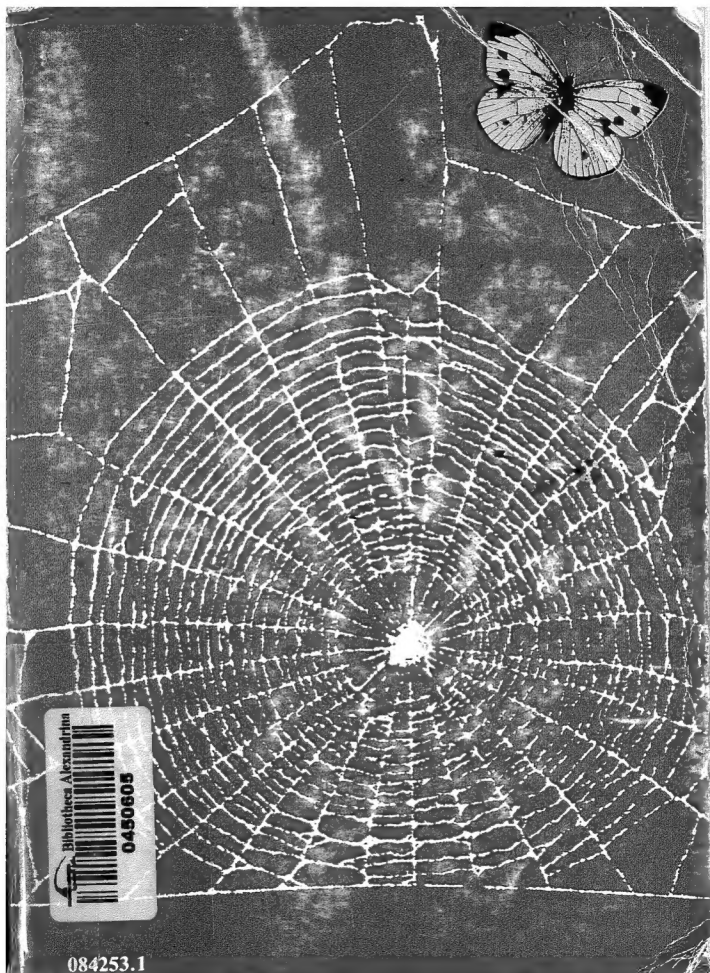
	ى
Ingest	يطلع
	يأخذ الغذاء إلى مكان الهضم
Hibernate	بيت شتوياً
	قضاء فصل الشتاء فى حالة غفل أو كمون
Aestivate	بيت صيفاً
	قضاء فصل الصيف فى حالة سكون وجول
Acclimatizee	يتأقلم
	يعتاد على بيئة غير بيئته الأصلية .
Defecate-egest	يخروج
	طرد بقايا الغذاء (الرز) من القناة الهضمية
Larva	يرقة
	طور مبكر لحويوان . اخشافى نشط عادة . بعد الحشر . يخلف عن الطور البالغ
Trochophore	يرقة مطوقة
	يرقة مطوقة تروكوفور
Molt	يسلخ
	يطرح الغلاف الخشحي مثل الحليد أو القصور أو الريش أو الشعر

Skeleton	هيكل
	الهيكل الصلب لجسم الحيوان ، يعمل كدعامة كما يحمى الأعضاء الرخوة ، قد يكون خارجياً أو داخلياً ، متأسكاً أو منفصلاً .
Visceral skeleton	هيكل حشوى
	هيكل المفكوك والأقواس الحشوية وتحوراتها التى توجد فى الفقاريات .
Exoskeleton	هيكل خارجى
	تركيب دعائى خارجى أو غشائى
Endoskeleton	هيكل داخلى
	تركيب أو هيكل دعائى داخل
Axial skeleton	هيكل محوري
	أجزاء هيكل الفقاريات التى توجد فى محور الجسم الجسمية ، الفقرات ، الضلوع ، والقص
Hemoglobin	هيموجلوبين
	المادة الملونة فى كريات الدم الحمراء ودم الفقاريات . وأيضاً فى بلازما الدم فى بعض اللافقاريات ؛ وهو بروتين يعبر على حديد ، يتحد مع الأوكسجين وينقله إلى الأنسجة

و

Afferent	وارد
	وعاء أو تركيب يتجه إلى مكان معين
Tendon	وتر
	شريط من نسيج صام متصل بمضلة
Unit character	وحدة صفات
	صفة تظهر كوحدة تقريباً وراثياً ، وقد تورث مسطقة عن الصفات الأخرى
Solitary	وحيد - انفرادى
	يعيش وحيداً ، ليس فى مستعمرات أو مجموعات
Heredity	وراثة - نواو
	إنتقال الصفات الطبيعية وخواها من الآباء إلى الأبناء ، من الأبناء إلى النسل بالآباء
Hereditary	وراثى
	انتقال الصفات بالوراثة من جيل لآخر
Vein	وريد
	وعاء يحمل الدم من الشعيرات تجاه القلب
Portal vein	وريد بابى
	وريد ينفرغ إلى شعيرات قبل وصوله إلى القلب





084253.1